

## Tinjauan Tipikal Detail Rangka Beton Bertulang Berdasarkan Ketentuan *Detailing* Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Untuk Bangunan Ruko Bertingkat Dua di Kota Padang

Syafri Wardi<sup>1)</sup>, M. Rizky Prima Putra Asril<sup>2)</sup>

<sup>1), 2)</sup> Program Studi Teknik Sipil Sarjana, Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang, Jl. Gajah Mada, Kecamatan Nanggalo, Kota Padang, Sumatera Barat, Indonesia, 25173  
email: [wardi.syafri@itp.ac.id](mailto:wardi.syafri@itp.ac.id)<sup>1)</sup>, [rizky123prima@gmail.com](mailto:rizky123prima@gmail.com)<sup>2)</sup>

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v12i2.761>

(Received: May 2022 / Revised: August 2022 / Accepted: August 2022)

### Abstrak

Gempa pada tahun 2009 di Kota Padang menyebabkan banyak kerusakan pada bangunan gedung, terutama pada bangunan ruko bertingkat dua. Runtuhnya bangunan ini diakibatkan karena bangunan tersebut sudah tidak bisa menahan beban seismik dan/atau tidak memenuhi ketentuan *detailing* untuk struktur tahan gempa. Penelitian ini bertujuan untuk mendesain bangunan tipikal ruko yang mampu menahan beban seismik dan memenuhi ketentuan *detailing* untuk SRPMK (Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus), berdasarkan peraturan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019. Penelitian ini meninjau dua model tipikal gedung ruko dengan panjang bentang yang berbeda dan dianalisis menggunakan aplikasi SAP 2000. *Detailing* elemen stuktur kolom dan balok didesain manual berdasarkan persyaratan untuk SRPMK. Hasil analisis struktur menunjukkan bahwa untuk kedua model gedung, simpangan antar lantai (*drift*) kecil dari simpangan izin, yang berarti ukuran penampang elemen beton bertulang yang digunakan telah memenuhi syarat. Dari hasil penelitian ini, didapatkan tipikal desain rangka (kolom dan balok) untuk struktur bangunan bertingkat dua di Kota Padang sebanyak dua model dengan panjang bentang bangunan beragam, yang dapat menjadi pedoman untuk detail struktur untuk tipikal bangunan ruko dua tingkat di Kota Padang.

Kata kunci: *detailing, kolom kuat balok lemah, rumah toko, sistem rangka pemikul momen khusus, gedung tahan gempa*

### Abstract

The 2009 earthquake in Padang city caused severe damage to many buildings, particularly shophouse buildings. The buildings collapsed because they couldn't resist the seismic load and/or didn't satisfy the requirement of detailing for seismic-resistant buildings. This study aims to design a typical shophouse building that can resist the seismic load and satisfy the requirement for the detailing of SMRF (Special Moment Resisting Frame), based on the design codes of SNI 2847:2019 and SNI 1726:2019. This study considers two building models with different span lengths and the structural analysis was conducted using SAP 2000. Detailing for columns and beams was designed based on requirements for SMRF. The results of the structural analysis showed that the story drift of both building models is smaller than the allowable drift, which means that the cross-sectional size of the reinforced concrete elements has met the requirements. The results of this study are the typical frame design (columns and beams)

for two-story buildings in the city of Padang for two models with various spans, which can be used as guidelines for structural details for a typical two-story shophouse building in Padang City.

Keywords: *detailing, strong column weak beam, shophouse, special moment resisting frame, seismic resistant building*

## 1. Latar Belakang

Kota Padang merupakan ibu kota Provinsi Sumatera Barat oleh karena itu di kota padang banyak didirikan bangunan ruko yang mana bertujuan untuk memenuhi kebutuhan pokok di kota ini ruko dipilih oleh masyarakat dikarenakan bisa memenuhi 2 fungsi sekaligus yaitu untuk tempat tinggal dan untuk berdagang. Kawasan kota Padang sangat rawan terhadap bencana gempa bumi dan tsunami. Pada tanggal 30 September 2009 terjadi gempa besar di kota Padang dengan kekuatan 7,6 magnitude di lepas pantai Sumatera Barat sekitar 50 km barat laut Kota Padang pada pukul 17:16:10 WIB. Gempa yang terjadi mengakibatkan kerusakan bangunan yang terbilang sangat parah, banyak bangunan yang runtuh secara merata dan hanya menjadi puing-puing bangunan. Keruntuhan ini disebabkan karena kolom sudah tidak sanggup lagi menahan beban yang terjadi, maka sangat penting sekali untuk mendesain kolom sesuai dengan peraturan yang ada. Gedung yang runtuh atau rusak akibat kerusakan di kolom pada gempa 30 September 2009 seperti pada Gambar 1. Kerusakan pada kolom terjadi karena tidak didesain berdasarkan ketentuan *detailing* untuk struktur tahan gempa.



Gambar 1 Bangunan ruko yang runtuh akibat gempa di Padang tahun 2009  
(foto: news.okezone.com)

Berdasarkan penelitian oleh (Wardi *et al.*, 2018), gedung-gedung yang dibangun di kota Padang pada tahun 2016-2018, masih banyak konstruksi gedung yang kolomnya masih belum memenuhi ketentuan *detailing* struktur tahan gempa. Hasil penelitian tersebut menunjukkan sampai saat ini pemahaman terhadap desain struktur tahan gempa di Padang masih rendah. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk menghasilkan tipikal detail tulangan kolom dan balok berdasarkan ketentuan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).

Penelitian terdahulu (Kahiking, Pangouw and Pandaleke, 2013; Moreira, 2016; Bulgis and Sonia, 2017; Kaffah and Rofiussan, 2017; Nugraha, Supardi and Supriyadi, 2017; Liono, 2019; Liando, Dapas and Wallah, 2020; Putra, 2020; Umay, Elvira and Supriyadi, 2020) telah banyak dilakukan terkait perencanaan struktur rangka beton bertulang tahan gempa. Namun, belum ada yang melakukan penelitian terkait tipikal detail rangka (balok dan kolom) untuk bangunan ruko bertingkat dua di Kota Padang. Maka, dalam penelitian ini akan membahas tentang

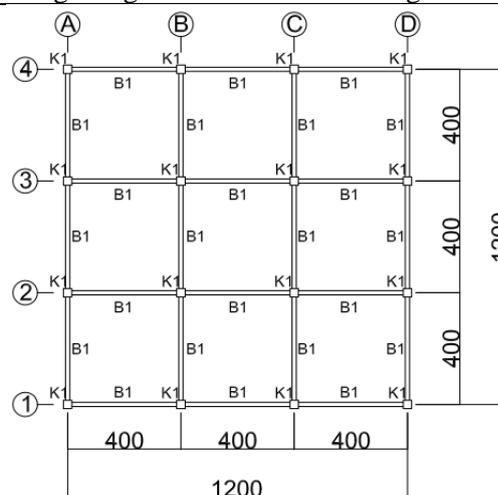
tinjauan tipikal detail rangka beton bertulang berdasarkan ketentuan *detailing* Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) untuk bangunan bertingkat dua di Kota Padang. Tipikal detail ini dapat menjadi pedoman bagi masyarakat dalam membangun gedung ruko bertingkat dua, dikarenakan pembangunan gedung bertingkat dua di Kota Padang tidak selalu melibatkan ahli struktur dalam perencanaan.

## 2. Metode Penelitian

Data model struktur bangunan ruko yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1. Model bangunan dalam penelitian ini merupakan representasi dari tipikal bangunan ruko dua tingkat dimana bentang bangunan ruko tipikal 4 – 5 meter dengan jumlah bentang menyesuaikan dengan luas tanah yang dimiliki. Dimensi elemen struktur telah didisain berdasarkan ketentuan untuk *preliminary design* elemen struktur beton bertulang dan ketentuan dimensi elemen struktur SRPMK (Asril, 2021).

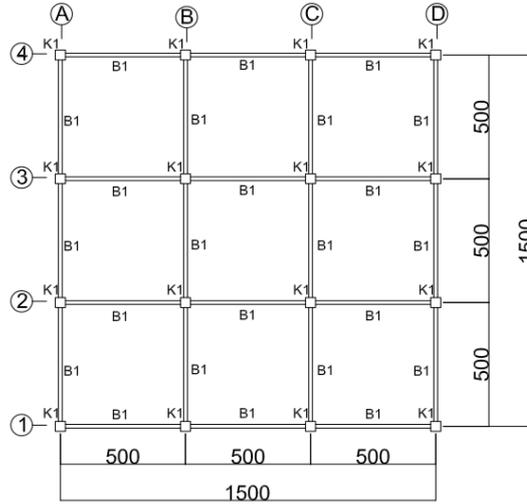
Tabel 1 Data model gedung

No	Data Bangunan	Model gedung 1	Model gedung 2
1	Struktur Bangunan	Beton Bertulang	
2	Fungsi Bangunan	Ruko	
3	Tinggi Bangunan	4 m	
4	Jumlah Lantai	2 lantai	
5	Tinggi Tipikal	4 m	
6	Bentang X	3 @ 4 m	3 @ 5 m
7	Bentang Y	3 @ 4 m	3 @ 5 m
8	Mutu Beton ( $f_c'$ )	20 Mpa	
9	Mutu Baja ( $f_y$ )	400 Mpa	
10	Lokasi Gedung	Kota Padang	
11	Kondisi Tanah	Tanah Sedang	
12	Dimensi Kolom (K1)	0,35 / 0,35 m	0,40 / 0,40 m
13	Dimensi Balok (B1)	0,25 / 0,35 m	0,25 / 0,40 m
14	Tebal Plat Lantai	0,12 m	
15	Atap Bangunan	Plat lantai setebal 10 cm	
16	Dinding Bangunan	Dinding bata merah setengah batu	



Gambar 2 Denah struktur model gedung 1

Dalam penelitian ini, digunakan dua model gedung yang dibuat simetris dengan masing-masing model gedung memiliki tiga bentang arah x dan tiga bentang arah y, dengan denah struktur seperti dapat dilihat pada Gambar 2 dan Gambar 3.

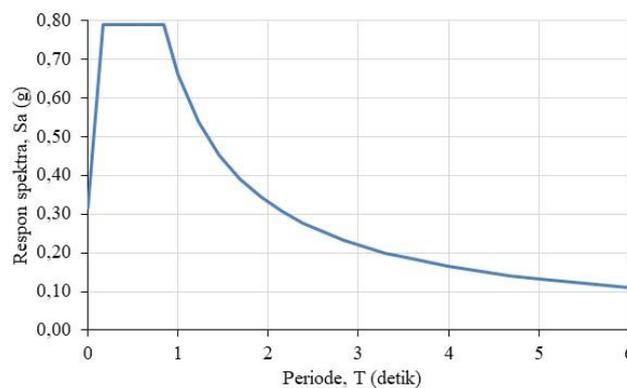


Gambar 3 Denah struktur model gedung 2

Beban-beban yang diperhitungkan dalam perencanaan adalah beban hidup dan beban mati berdasarkan SNI 1727:2020 (BSN, 2020). Sedangkan, beban gempa dianalisis berdasarkan SNI 1726:2019 (BSN, 2019b) dengan menggunakan metode analisis statik ekuivalen. Tabel 2 menampilkan parameter respon spektrum Kota Padang untuk tanah sedang dan grafik respon spektrum seperti ditunjukkan pada Gambar 4.

Tabel 2 Parameter respon spektrum Kota Padang untuk tanah sedang

$S_s$	$S_1$	$T_L$	$T_0$	$T_s$	$S_{DS}$	$S_{D1}$
1,12	0,57	20	0,17	0,84	0,79	0,66



Gambar 4 Respon spektrum di Kota Padang untuk tanah sedang (sumber: *Desain Spektra Indonesia*, 2021)

Analisis struktur dilakukan dengan pemodelan portal tiga dimensi (3D) menggunakan *software* SAP2000. Tahapan pemodelan dan analisis struktur dengan SAP2000 adalah sebagai berikut:

- a. Pemodelan struktur dengan menggunakan *template 3D frame*
- b. Pendefinisian *properties* material beton dan baja tulangan yang digunakan.
- c. Pendefinisian ukuran penampang dan *assign* atau menggambarkan elemen balok, kolom, dan pelat lantai.
- d. Pendefinisian jenis beban, berupa beban mati, beban hidup, dan beban gempa. Beban mati dari berat sendiri elemen struktur dihitung otomatis oleh SAP2000.
- e. Beban mati tambahan dan beban hidup di-*input* sebagai beban area pada pelat lantai dan beban mati dari dinding di-*input* sebagai beban terbagi rata pada balok. Beban gempa di-*input* sebagai beban gempa statis yang dihitung secara manual berdasarkan SNI 1726:2019.
- f. Pendefinisian kombinasi beban untuk kombinasi beban mati, beban hidup, dan beban gempa berdasarkan ketentuan pada SNI 1726:2019.
- g. *Running* analisis struktur yang menghasilkan deformasi dan gaya-gaya dalam struktur. Analisis struktur dengan SAP2000 menggunakan metode elemen hingga dengan prinsip dasar matrik kekakuan elastis-linear dengan rumus dasar seperti pada persamaan (1).

$$[K] \{ \delta \} = \{ F \} \tag{1}$$

Keterangan

[K] = matrik kekakuan

{ δ } = vektor deformasi atau perpindahan struktur

{ F } = vektor gaya

Setelah dilakukan analisis struktur kemudian dilakukan pemeriksaan simpangan antar tingkat. Kemudian dilakukan perencanaan *detailing* elemen struktur. Gaya dalam yang digunakan dalam perencanaan *detailing* balok dan kolom adalah gaya dalam terbesar dari semua kombinasi beban.

Perencanaan tipikal detail rangka beton bertulang, balok dan kolom, berdasarkan pada ketentuan *detailing* struktur Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus SRPMK pada SNI 2847:2019 (BSN, 2019a) pasal 18.6 untuk balok dan pasal 18.7 untuk kolom, seperti yang dirangkum pada Tabel 3.

Tabel 3 Ketentuan *detailing* balok dan kolom SRPMK berdasarkan SNI2847:2019

Detailing Balok	Detailing Kolom
<p>Ketentuan Gaya dan Geometri</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Bentang bersih tidak boleh kurang dari 4 kali tinggi efektif balok (d)</li> <li>- Lebar balok (b) tidak boleh kurang dari 0,3 kali tinggi balok (h) dan 250 mm</li> </ul>	<p>Ketentuan Gaya dan Geometri</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dimensi penampang terkecil kolom (b) tidak boleh kurang dari 300 mm</li> <li>- Perbandingan dimensi penampang terkecil (b) dengan dimensi penampang tegak lurus tidak boleh kurang dari 0,4</li> </ul>
<p>Ketentuan Tulangan Lentur</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Luas tulangan (As) tidak boleh kurang dari As min dan tidak boleh lebih dari As maks</li> <li>- Momen nominal positif (Mn+) tidak boleh kurang dari setengah kali momen negatif (Mn-)</li> <li>- Momen nominal terkecil di sepanjang bentang balok tidak boleh kurang dari 0,25 kali momen nominal maksimal (Mn max)</li> </ul>	<p>Ketentuan Tulangan Longitudinal</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- rasio tulangan longitudinal tidak boleh kurang dari 1% dan tidak boleh lebih dari 6%</li> </ul> <p>Ketentuan Kuat Lentur Kolom</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- harus memenuhi ketentuan kolom kuat-balok lemah, yaitu jumlah momen nominal kolom tidak boleh kecil dari 1,2 kali jumlah momen nominal balok (<math>\Sigma M_{nc} \geq 1.2 \Sigma M_{nb}</math>).</li> </ul>

<p><b>Ketentuan Tulangan Transversal</b>                  Jarak tulangan sengkang di dalam daerah sendi plastis (sepanjang 2h dari muka kolom), tidak boleh lebih dari:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- d/4</li> <li>- 6 x D tulangan longitudinal</li> <li>- 150 mm</li> </ul> <p>Jarak tulangan sengkang di daerah di luar sendi plastis, tidak boleh lebih dari:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- d/2</li> </ul>	<p><b>Ketentuan Tulangan Transversal</b>                  Tulangan transversal harus memenuhi luas tulangan confinement yang diperlukan (Ash) dan ketentuan jarak horizontal kaki sengkang (hx).                  Jarak tulangan sengkang di dalam daerah sendi plastis (sepanjang yang terbesar antara h kolom, 1/6 kali bentang bersih kolom, atau 450 mm), tidak boleh lebih dari:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- b/4</li> <li>- 6 x D tulangan longitudinal</li> <li>- 100 mm ≤ s<sub>o</sub> ≤ 150 mm</li> </ul> <p>Jarak tulangan sengkang di daerah di luar sendi plastis, tidak boleh lebih dari:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- 6 x D tulangan longitudinal</li> <li>- 150 mm</li> </ul>
<p><b>Ketentuan Kekuatan Geser</b>                  Gaya geser desain desain dihitung berdasarkan gaya geser terbesar yang terjadi akibat kapasitas momen maksimum yang mungkin terjadi (M<sub>pr</sub>).</p>	<p><b>Ketentuan Kekuatan Geser</b>                  Gaya geser desain desain dihitung berdasarkan gaya geser terbesar yang terjadi akibat kapasitas maksimum yang mungkin terjadi (M<sub>pr</sub>).</p>

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1. Analisis Beban Gempa

Hasil perhitungan beban gempa untuk setiap tingkat pada model gedung 1 dan model gedung 2 dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5. Tabel ini menunjukkan nilai gaya geser dasar gempa berdasarkan SNI 1726-2019 yang didistribusikan menjadi gaya geser setiap tingkat pada arah sumbu x (F<sub>ix</sub>) dan arah sumbu y (F<sub>iy</sub>). Pada model gedung yang ditinjau dalam penelitian ini, gaya pada kedua arah sumbu utama struktur adalah sama (disebut sebagai F<sub>ix,iy</sub> pada tabel) karena struktur simetris pada kedua arah. Koefisien gaya geser dasar gempa berdasarkan SNI 1726:2019 untuk kedua model gedung yang ditinjau adalah sama, namun gaya geser gempa pada model gedung 2 lebih besar karena berat seismik model gedung 2 lebih besar daripada model gedung 1.

Tabel 4 Gaya geser setiap tingkat pada model gedung 1

Lantai	h (m)	h <sub>i</sub> <sup>k</sup> (m)	W <sub>i</sub> (ton)	W <sub>i</sub> · h <sub>i</sub> <sup>k</sup> (ton)	F <sub>ix,iy</sub> (ton)
2	8	8	101,424	811,392	17,821
1	4	4	192,432	769,728	16,905
		Σ		1581,120	34,726

Tabel 5 Gaya geser setiap tingkat pada model gedung 2

Lantai	h (m)	h <sub>i</sub> <sup>k</sup> (m)	W <sub>i</sub> (ton)	W <sub>i</sub> · h <sub>i</sub> <sup>k</sup> (ton)	F <sub>ix,iy</sub> (ton)
2	8	8	145,848	1166,784	24,356
1	4	4	267,774	1071,096	22,360
		Σ		2237,880	47,716

### 3.2. Simpangan antar tingkat

Kontrol simpangan antar tingkat ( $\Delta$ ) terhadap simpangan izin ( $\Delta_a$ ) dapat dilihat pada Tabel 6 dan Tabel 7. Model gedung 1 memiliki simpangan antar lantai yaitu sebesar (30,46 mm dan 36,08 mm) < 80,00 mm, maka simpangan antar lantai untuk model gedung 1 dinyatakan aman. Model gedung 2 memiliki Simpangan antar lantai (drift) yaitu sebesar (30,46 mm dan 36,08 mm) < 80,00 mm, maka simpangan antar lantai untuk model gedung 2 dinyatakan aman. Hasil ini berarti ukuran penampang elemen beton bertulang yang digunakan telah memenuhi syarat karena struktur telah memiliki kekakuan yang cukup untuk menahan beban gempa rencana.

Tabel 6 Perpindahan dan simpangan antar tingkat pada model gedung 1

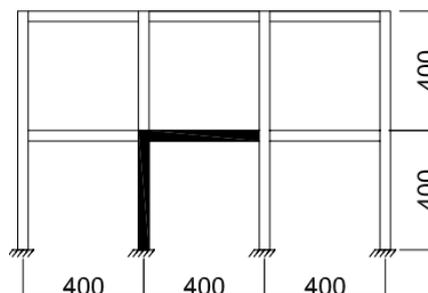
Lantai	$\delta_e$		$\delta$		$\Delta$		$\Delta_a = 0.02h_{sx}$ (m)	Keterangan Syarat $\Delta < \Delta_a$
	X (mm)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)		
2	11,29	11,29	62,10	62,10	30,09	30,09	80,00	aman
1	5,82	5,82	32,01	32,01	32,01	32,01	80,00	aman

Tabel 7 Perpindahan dan simpangan antar tingkat pada model gedung 2

Lantai	$\delta_e$		$\delta$		$\Delta$		$\Delta_a = 0.02h_{sx}$ (m)	Keterangan Syarat $\Delta < \Delta_a$
	X (mm)	Y (m)	X (m)	Y (m)	X (m)	Y (m)		
2	11,29	11,29	62,10	62,10	30,09	30,09	80,00	aman
1	5,82	5,82	32,01	32,01	32,01	32,01	80,00	aman

### 3.3. Gaya-gaya dalam

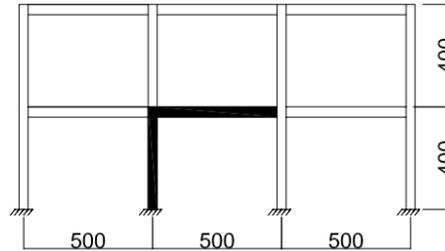
Pada penelitian ini, hanya dilakukan desain dan *detailing* balok dan kolom pada satu balok dan satu kolom dengan gaya dalam terbesar pada lantai 1 setiap model gedung. Hasil desain dan *detailing* dari salah satu balok dan kolom ini dianggap sama atau tipikal untuk semua balok dan kolom dengan ukuran yang sama di lantai 1 dan lantai 2 pada gedung yang ditinjau.



Gambar 5 Portal grid 2 pada model gedung 1

Gaya-gaya dalam terbesar terjadi pada balok dan kolom pada portal tengah (portal grid 2) di lantai 1 pada setiap model gedung, yaitu elemen balok dan kolom dengan arsiran hitam pada gambar 5 dan gambar 6. Gaya dalam pada balok dan kolom ini dapat dilihat pada Tabel 8 dan Tabel 9. Pada kedua model gedung yang

ditinjau dalam penelitian ini, gaya dalam yang terjadi akibat kombinasi beban gempa pada kedua arah sumbu utama struktur adalah sama karena struktur simetris pada kedua arah.



Gambar 6 Portal grid 2 pada model gedung 2

Tabel 8 Gaya-gaya dalam pada balok

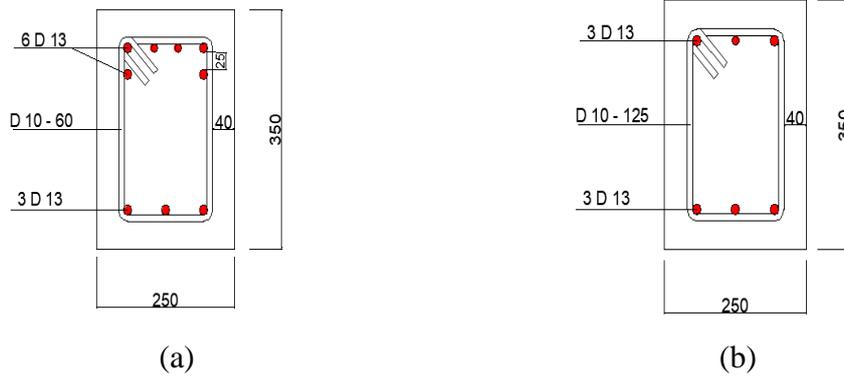
Model	Balok	
	Mu (KN-mm)	Vu (KN)
Model gedung 1	(Tumpuan) -67133,71	69,065
	(Tumpuan) 33566,86	
	(Lapangan) 27454,86	
Model gedung 2	(Tumpuan) -111295,7	120,36
	(Tumpuan) 55647,85	
	(Lapangan) 48416,73	

Tabel 9 Gaya-gaya dalam pada kolom

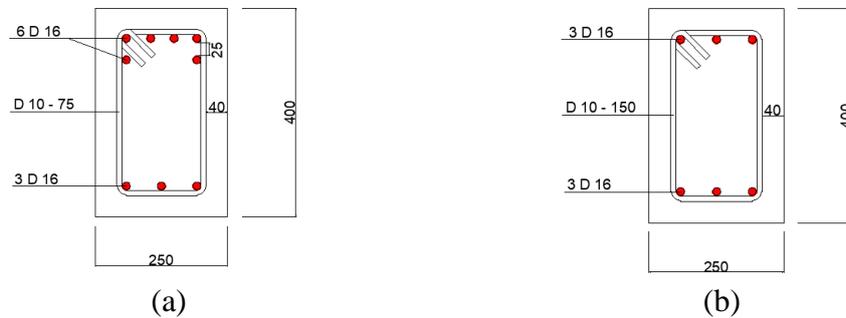
Model	Kolom		
	Pu (KN)	M (KN-mm)	Vu (KN)
Model gedung 1	127,18	(M2) 42210,25	33,01
		(M3) -3273,59	
	53,85	(M2) 32680,69	34,52
Model gedung 2	186,28	(M2) 53765,39	54,47
		(M3) -5074,19	
	80,43	(M2) 47309,51	53,20
		(M3) -2190,859	

### 3.4. Desain dan Detailing Balok Model Gedung 1

Hasil desain tulangan utama pada balok sangat dipengaruhi oleh nilai Mu yang didapatkan pada saat analisis menggunakan aplikasi SAP 2000 v 14 lalu disesuaikan dengan syarat-syarat dan ketentuan dari system rangka pemikul momen khusus (SRPMK) berbeda halnya dengan desain tulangan geser pada balok yang tidak ditentukan dengan nilai Vu yang didapatkan dari analisis menggunakan aplikasi SAP 2000 v 14 karena dari penelitian penentuan tulangan geser sepenuhnya tergantung pada syarat-syarat dan ketentuan dari system rangka pemikul momen khusus (SRPMK). Hasil desain dan detailing balok untuk model gedung 1 dapat dilihat pada Gambar 7, serta hasil desain dan detailing balok untuk model gedung 2 dapat dilihat pada Gambar 8.

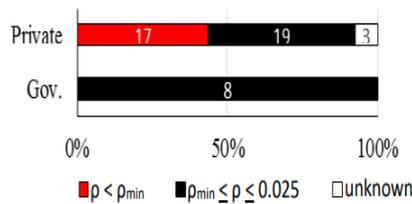


Gambar 7 Gambar penulangan balok model gedung 1, (a) daerah sendi plastis dan (b) daerah di luar sendi plastis

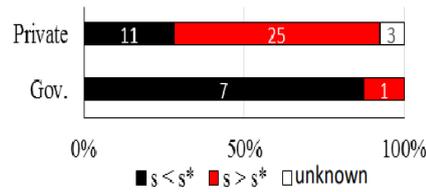


Gambar 8 Gambar penulangan balok model gedung 2, (a) daerah sendi plastis dan (b) daerah di luar sendi plastis

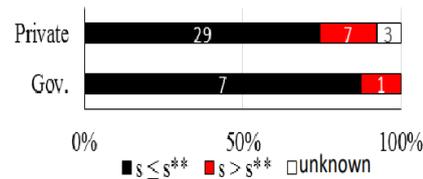
Hasil penelitian terdahulu oleh (Wardi *et al.*, 2018) menunjukkan bahwa masih banyak gedung beton bertulang di kota Padang yang tidak memenuhi syarat-syarat dan ketentuan dari balok Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus untuk kota Padang seperti yang terlihat pada hasil *survey* terkait tulangan utama pada balok dan tulangan sengkang pada balok yang dapat dilihat pada Gambar 9 Diagram batang berwarna merah menunjukkan jumlah gedung dari hasil *survey* dengan rasio tulangan balok ( $\rho$ ) kurang dari rasio tulangan minimum ( $\rho_{min}$ ) yang disyaratkan pada SNI 2847:2019. Diagram batang berwarna merah pada Gambar 10 dan Gambar 11 menunjukkan jumlah gedung dari hasil *survey* dengan jarak tulangan sengkang pada balok ( $s$ ) tidak sesuai dengan jarak sengkang berdasarkan ketentuan detailing SRPMK pada SNI 2847:2019 untuk daerah sendi plastis ( $s^*$ ) dan daerah di luar sendi plastis ( $s^{**}$ ).



Gambar 9 Hasil *survey* penerapan *detailing* balok SRPMK untuk rasio tulangan utama



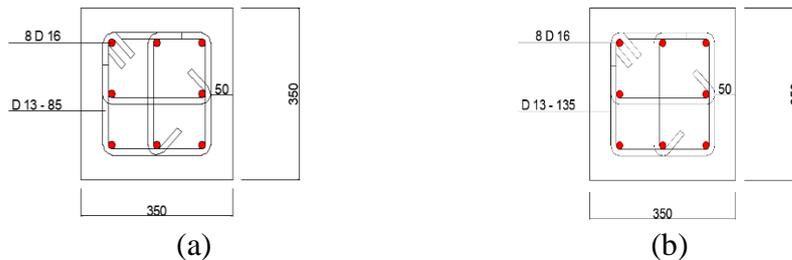
Gambar 10 Hasil *survey* penerapan *detailing* balok SRPMK untuk spasi tulangan sengkang di daerah sendi plastis



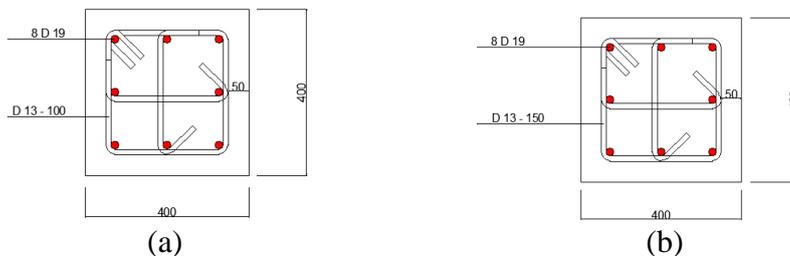
Gambar 11 Hasil *survey* penerapan *detailing* balok SRPMK untuk spasi tulangan sengkang di luar daerah sendi plastis.

### 3.5. Desain dan *Detailing* Kolom

Hasil desain tulangan Kolom pada balok sangat dipengaruhi oleh nilai  $P_u$  yang didapatkan pada saat analisis menggunakan aplikasi SAP 2000 v 14 lalu disesuaikan dengan syarat-syarat dan ketentuan dari system rangka pemikul momen khusus (SRPMK) berbeda halnya dengan desain tulangan geser pada kolom yang tidak ditentukan dengan nilai  $V_u$  yang didapatkan dari analisis menggunakan aplikasi SAP 2000 v 14, karena dari hasil penelitian ini, penentuan tulangan geser sepenuhnya tergantung pada syarat-syarat dan ketentuan dari system rangka pemikul momen khusus (SRPMK). Hasil desain dan *detailing* kolom untuk model gedung 1 dapat dilihat pada Gambar 12, serta hasil desain dan *detailing* balok untuk model gedung 2 dapat dilihat pada Gambar 13.

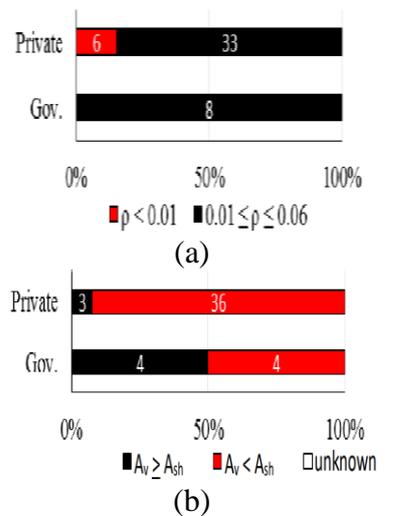


Gambar 12 Gambar penulangan kolom model gedung 1, (a) daerah sendi plastis dan (b) daerah di luar sendi plastis



Gambar 13 Gambar penulangan kolom model gedung 1, (a) daerah sendi plastis dan (b) daerah di luar sendi plastis

Hasil penelitian terdahulu oleh (Wardi *et al.*, 2018) menunjukkan bahwa masih banyak gedung beton bertulang di Kota Padang yang tidak memenuhi syarat-syarat dan ketentuan dari kolom Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus untuk kota Padang seperti terlihat pada hasil *survey* terkait tulangan utama pada kolom dan tulangan sengkang pada kolom yang dapat dilihat pada Gambar 14 Diagram batang berwarna merah pada Gambar 14 (a) menunjukkan jumlah gedung dari hasil *survey* dengan rasio tulangan balok ( $\rho$ ) kurang dari rasio tulangan minimum disyaratkan pada SNI 2847:2019, yaitu sebesar 0,01. Diagram batang berwarna merah pada gambar 14 (b) menunjukkan jumlah gedung dari hasil *survey* dengan luas tulangan transversal pada kolom ( $A_v$ ) tidak sesuai dengan luas tulangan *confinement* ( $A_{sh}$ ) yang diperlukan berdasarkan ketentuan *detailing* SRPMK pada SNI 2847:2019.



Gambar 14 Gambar hasil *survey* penerapan kolom SRPMK di Kota Padang: (a) untuk rasio tulangan utama dan (b) untuk luas tulangan sengkang.

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Hasil desain struktur berdasarkan ketentuan *detailing* SRPMK menghasilkan tipikal detail struktur untuk kolom dimensi 350/350 mm dan balok dimensi 250/350 untuk model gedung 1 (panjang tiap bentang 4 meter), serta tipikal detail struktur untuk kolom dimensi 400/400 mm dan balok dimensi 250/400 mm (untuk model gedung 1 (panjang tiap bentang 5 meter)

### 4.2 Saran

Tipikal detail balok dan kolom tersebut dapat menjadi pedoman untuk contoh detail struktur untuk tipikal bangunan ruko dua tingkat di Kota Padang.

## Daftar Kepustakaan

Asril, M.R.P, 2021. Tinjauan Tipikal Detail Rangka Beton Bertulang berdasarkan Ketentuan Detailing SRPMK untuk Bangunan Bertingkat Dua di Kota Padang, Institut Teknologi Padang.

- BSN, 2019a. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, SNI 2847:2019.
- BSN, 2019b. Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726:2019.
- BSN, 2020. Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain.
- Bulgis, R. and Sonia, A, 2017. Perencanaan Struktur Gedung Perkuliahan 6 Lantai dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Desain Spektra Indonesia, 2021. Available at: <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/> (Accessed: 15 September 2021).
- Kaffah, S. and Rofiussan, F.A, 2017. Perhitungan Struktur Gedung Perkuliahan Universitas Trunojoyo Dengan Metode Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM), Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
- Kahiking, R.L., Pangouw, J.D. and Pandaleke, R.E, 2013. Evaluasi Struktur Kolom Kuat Balok Lemah Pada Kapasitas (Studi Kasus : Bangunan Sekolah SMA Donbosco Manado), Jurnal Sipil Statik, 1(9), pp. 630–639.
- Liando, F.J., Dapas, S.O. and Wallah, S.E, 2020. Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai, Jurnal Sipil Statik, 8(4), pp. 471–482.
- Liono, S, 2019. Pendetailan Tulangan Struktur Beton Bertulang Tahan Gempa Sesuai dengan SNI 03-2847-2002, Jurnal Teknik Sipil, 7(1), pp. 15–41. doi:10.28932/jts.v7i1.1338.
- Moreira, N.B, 2016. Studi Perencanaan Struktur Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus pada Bangunan Gedung Serbaguna Widya Bhakti Jl.Ijen Kota Malang, Institut Teknologi Nasional Malang.
- Nugraha, L.A., Supardi and Supriyadi, A, 2017. Evaluasi Kekuatan dan Detailing Tulangan Kolom Beton Bertulang Sesuai SNI 2847 : 2013 dan SNI 1726 : 2012 (Studi Kasus : Hotel 10 Lantai Di Semarang), Matriks Teknik Sipil, 5(3), pp. 887–894. doi:<https://doi.org/10.20961/mateksi.v5i3.36717>.
- Putra, N.R, 2020. Implikasi Penggunaan Peta Gempa 2017 Terhadap Perancangan Struktur Gedung Beton Bertulang Bertingkat Rendah di Sumatera Barat, Institut Teknologi Padang.
- Umaya, R., Elvira and Supriyadi, A, 2020. No Title, JeLAST : Jurnal PWK, Laut, Sipil, Tambang, 7(3).
- Wardi, S. et al, 2018. Common Structural Details and Deficiencies in Indonesian RC Buildings: Preliminary Report on Field Investigation in Padang City, West Sumatra, International Journal on Advanced Science, Engineering and Information Technology, 8(2), p. 418. doi:10.18517/ijaseit.8.2.4207.