

BAB V PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil perhitungan beban gempa yang dilakukan menggunakan peraturan desain gempa (SNI 1726:2002 dan SNI 1726:2019), selanjutnya akan dibandingkan peraturan desainnya sebagai berikut:

Tabel 5.1 Perbandingan Peraturan Desain Gempa

	SNI 1726:2002	SNI 1726:2019
Kombinasi beban	<ol style="list-style-type: none"> 1. $1,4 D$ 2. $1,2 D + 1,6 L$ 3. $1,2 D + 1,0 L \pm 1,0 E_x \pm 0,3 E_y$ 4. $1,2 D + 1,0 L \pm 0,3 E_x \pm 1,0 E_y$ 5. $0,9 D \pm 1,0 E_x \pm 0,3 E_y$ 6. $0,9 D \pm 0,3 E_x \pm 1,0 E_y$ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. $1,4 D$ 2. $1,2 D + 1,6 L + 0,5 L_r$ 3. $1,2 D + 1,6 L_r + 1,0 L$ 4. $1,2 D + 0,2 \cdot S_{DS} \cdot D \pm \rho \cdot E_x \pm \rho \cdot 0,3 \cdot E_y + 1,0 L$ 5. $1,2 D + 0,2 \cdot S_{DS} \cdot D \pm \rho \cdot 0,3 \cdot E_x \pm \rho \cdot E_y + 1,0 L$ 6. $0,9 D - 0,2 \cdot S_{DS} \cdot D \pm \rho \cdot E_x \pm \rho \cdot 0,3 \cdot E_y$ 7. $0,9 D - 0,2 \cdot S_{DS} \cdot D \pm \rho \cdot 0,3 \cdot E_x \pm \rho \cdot E_y$
Respons spektrum	<ol style="list-style-type: none"> 1. $T = 0$ $C = A_0$ 2. $T \leq T_c$ $C = A_m$ 3. $T > T_c$ $C = \frac{A_r}{T}$ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. $T < T_0$ $S_a = S_{DS} \cdot \left(0,4 + 0,6 \cdot \frac{T}{T_0} \right)$ 2. $T_0 \leq T \leq T_s$ $S_a = S_{DS}$ 3. $T_s < T \leq T_L$ $S_a = \frac{S_{D1}}{T}$ 4. $T > T_L$ $S_a = \frac{S_{D1} \cdot T_L}{T^2}$
Jenis tanah	Dibagi menjadi tanah keras, tanah sedang, dan tanah lunak.	Dibagi menjadi kelas situs SA, SB, SC, SD, SE, dan SF.
Faktor reduksi gempa	Ditentukan berdasarkan daktilitas struktur dan sistem struktur yang dipilih	Ditentukan berdasarkan kategori desain seismik dan sistem struktur yang dipilih

	SNI 1726:2002	SNI 1726:2019
Periode getar	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) $0,0731 \cdot h^{3/4}$ - Dinding geser $0,0488 \cdot h^{3/4}$ 	<ul style="list-style-type: none"> - Sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK) $C_t \cdot h_n^x$ ($C_t = 0,0466$) - Dinding Geser $C_t \cdot h_n^x$ ($C_t = 0,0488$)
Gaya geser dasar	$V = \frac{C_1 \cdot I}{R} \cdot W_t$ <p>Dengan, C_1 harus ditentukan berdasarkan periode yang didapatkan.</p>	$V = C_s \cdot W$ <p>Dengan, C_s harus ditentukan menggunakan persamaan 2-27 sampai dengan 2-30.</p>
Gaya seismik lateral	$F_i = \frac{W_i \cdot Z_i}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot Z_i}$	$F_i = \frac{W_i \cdot h_i^k}{\sum_{i=1}^n W_i \cdot h_i^k}$

Sumber: SNI 1726:2002 dan SNI 1726:2019

Berdasarkan Tabel 5.1, terlihat bahwa perumusan desain dalam menentukan beban gempa berdasarkan SNI 1726:2002 dan SNI 1726:2019 memiliki perbedaan dimulai dari kombinasi beban, penentuan respons spektrum, klasifikasi jenis tanah, faktor reduksi gempa, periode getar fundamental, gaya geser dasar, dan gaya seismik lateral. Pada kombinasi beban peraturan tahun 2002 tidak menggunakan parameter respons percepatan sedangkan pada peraturan tahun 2019 kombinasi beban menggunakan parameter respons percepatan yang dikalikan dengan beban mati. Sehingga beban mati pada kombinasi beban peraturan 2019 akan menjadi lebih besar. Kemudian untuk penentuan respons spektrum, pada peraturan tahun 2002 menggunakan percepatan puncak muka tanah. Sedangkan pada peraturan tahun 2019 menggunakan parameter percepatan spektrum desain.

Selanjutnya akan ditunjukkan perbandingan hasil perhitungan menggunakan SNI 1726:2002 dan SNI 1726:2019 sebagai berikut:

Tabel 5.2 Hasil Desain Menggunakan Peraturan Tahun 2002 dan 2019

	SNI 1726:2002	SNI 1726:2019
Respons spektrum		
Periode getar	<ul style="list-style-type: none"> - Arah X 1,04 detik - Arah Y 0,69 detik 	<ul style="list-style-type: none"> - Arah X 1,22 detik - Arah Y 0,69 detik
Gaya geser dasar	<ul style="list-style-type: none"> - Arah X $V_x = 1954,38 \text{ kN}$ - Arah Y $V_y = 2961,18 \text{ kN}$ 	<ul style="list-style-type: none"> - Arah X $V_x = 3032,25 \text{ kN}$ - Arah Y $V_y = 5969,75 \text{ kN}$

Gaya seismik lateral	- Arah X	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tingkat</th> <th>Fx</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>9</td><td>306,801</td></tr> <tr><td>8</td><td>355,336</td></tr> <tr><td>7</td><td>312,371</td></tr> <tr><td>6</td><td>269,405</td></tr> <tr><td>5</td><td>226,440</td></tr> <tr><td>4</td><td>183,474</td></tr> <tr><td>3</td><td>140,509</td></tr> <tr><td>2</td><td>97,543</td></tr> <tr><td>1</td><td>62,502</td></tr> </tbody> </table>	Tingkat	Fx	9	306,801	8	355,336	7	312,371	6	269,405	5	226,440	4	183,474	3	140,509	2	97,543	1	62,502	- Arah X	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tingkat</th> <th>Fx</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>9</td><td>554,991</td></tr> <tr><td>8</td><td>616,771</td></tr> <tr><td>7</td><td>517,480</td></tr> <tr><td>6</td><td>423,025</td></tr> <tr><td>5</td><td>333,886</td></tr> <tr><td>4</td><td>250,693</td></tr> <tr><td>3</td><td>174,311</td></tr> <tr><td>2</td><td>106,033</td></tr> <tr><td>1</td><td>55,061</td></tr> </tbody> </table>	Tingkat	Fx	9	554,991	8	616,771	7	517,480	6	423,025	5	333,886	4	250,693	3	174,311	2	106,033	1	55,061
	Tingkat	Fx																																										
	9	306,801																																										
	8	355,336																																										
7	312,371																																											
6	269,405																																											
5	226,440																																											
4	183,474																																											
3	140,509																																											
2	97,543																																											
1	62,502																																											
Tingkat	Fx																																											
9	554,991																																											
8	616,771																																											
7	517,480																																											
6	423,025																																											
5	333,886																																											
4	250,693																																											
3	174,311																																											
2	106,033																																											
1	55,061																																											
	- Arah Y	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tingkat</th> <th>Fy</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>9</td><td>464,849</td></tr> <tr><td>8</td><td>538,388</td></tr> <tr><td>7</td><td>473,289</td></tr> <tr><td>6</td><td>408,189</td></tr> <tr><td>5</td><td>343,090</td></tr> <tr><td>4</td><td>277,991</td></tr> <tr><td>3</td><td>212,892</td></tr> <tr><td>2</td><td>147,793</td></tr> <tr><td>1</td><td>94,699</td></tr> </tbody> </table>	Tingkat	Fy	9	464,849	8	538,388	7	473,289	6	408,189	5	343,090	4	277,991	3	212,892	2	147,793	1	94,699	- Arah Y	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Tingkat</th> <th>Fy</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>9</td><td>978,525</td></tr> <tr><td>8</td><td>1120,976</td></tr> <tr><td>7</td><td>973,316</td></tr> <tr><td>6</td><td>827,600</td></tr> <tr><td>5</td><td>684,106</td></tr> <tr><td>4</td><td>543,217</td></tr> <tr><td>3</td><td>405,488</td></tr> <tr><td>2</td><td>271,804</td></tr> <tr><td>1</td><td>164,718</td></tr> </tbody> </table>	Tingkat	Fy	9	978,525	8	1120,976	7	973,316	6	827,600	5	684,106	4	543,217	3	405,488	2	271,804	1	164,718
Tingkat	Fy																																											
9	464,849																																											
8	538,388																																											
7	473,289																																											
6	408,189																																											
5	343,090																																											
4	277,991																																											
3	212,892																																											
2	147,793																																											
1	94,699																																											
Tingkat	Fy																																											
9	978,525																																											
8	1120,976																																											
7	973,316																																											
6	827,600																																											
5	684,106																																											
4	543,217																																											
3	405,488																																											
2	271,804																																											
1	164,718																																											

Sumber: Olahan Pribadi

Periode getar alami yang dihasilkan berdasarkan periode fundamental pendekatan memiliki perbedaan dikarenakan perbedaan rumus dimana pada SNI 1726:2002 menggunakan tetapan koefisien untuk masing-masing sistem struktur yang dikalikan dengan tinggi bangunan dari dasar yang dipangkatkan $\frac{3}{4}$. Sedangkan pada SNI 1726:2019, periode fundamental pendekatan dihitung menggunakan tetapan nilai C_t untuk masing-masing sistem struktur yang dikalikan dengan dengan tinggi bangunan dari dasar yang dipangkatkan dengan x berdasarkan sistem struktur yang digunakan. Untuk arah X kedua perhitungan periode hasilnya telah melewati garis datar kurva respons spektrum. Sedangkan untuk arah Y berdasarkan SNI 1726:2002 hasil periodenya telah melewati garis datar kurva respons spektrum dan berdasarkan SNI 1726:2019 hasil periodenya masih berada pada garis datar kurva respons spektrum.

Nilai gaya geser dasar yang telah dihitung memiliki perbedaan yang diakibatkan oleh perbedaan rumus yang digunakan dalam menghitungnya. Pada SNI 1726:2002, gaya geser dasar memiliki nilai sebesar 1954,38 kN untuk sistem struktur rangka pemikul momen khusus (SRPMK) dan 2961,18 kN untuk sistem struktur dinding geser. Sedangkan pada SNI 1726:2019, gaya geser dasar memiliki nilai sebesar 3032,25 kN untuk sistem struktur rangka pemikul momen khusus (SRPMK) dan 5969,75 kN untuk sistem struktur dinding geser.

Kemudian dari hasil desain akan dibandingkan dampak dari segi penulangan struktur dan volume. Perbandingan ini akan dicontohkan menggunakan balok B2 2/C-D dan kolom K2 C2. Untuk perbandingannya dapat dilihat pada

Tabel 5.3 Perbandingan Hasil Desain Struktur

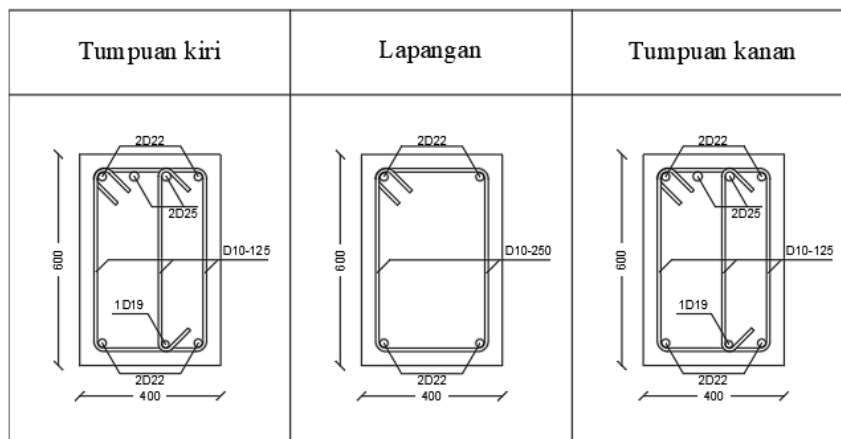
	SNI 1726:2002	SNI 1726:2019
Tulangan utama struktur balok	<ul style="list-style-type: none"> - Tumpuan kiri (-) As = 1641,6 mm² - Tumpuan kiri (+) As = 799,2 mm² - Lapangan (-) As = 720 mm² - Lapangan (+) As = 720 mm² - Tumpuan kanan (-) As = 1620 mm² 	<ul style="list-style-type: none"> - Tumpuan kiri (-) As = 2462,4 mm² - Tumpuan kiri (+) As = 1447,2 mm² - Lapangan (-) As = 720 mm² - Lapangan (+) As = 864 mm² - Tumpuan kanan (-) As = 2440,8 mm²

	SNI 1726:2002	SNI 1726:2019
	- Tumpuan kanan (+) As = 777,6 mm ²	- Tumpuan kanan (+) As = 1425,6 mm ²
Tulangan sengkang sejauh 2h pada balok	Menggunakan sengkang 3 kaki diameter 10 mm dengan spasi 125 mm	Menggunakan sengkang 4 kaki diameter 10 mm dengan spasi 125 mm
Tulangan sengkang diluar 2h pada balok	Menggunakan sengkang 2 kaki diameter 10 mm dengan spasi 250 mm	Menggunakan sengkang 2 kaki diameter 10 mm dengan spasi 250 mm
Tulangan utama struktur kolom	Menggunakan 8 tulangan dengan diameter 25 mm	Menggunakan 8 tulangan dengan diameter 25 mm
Tulangan sengkang kolom daerah lo	Menggunakan sengkang 3 kaki dengan diameter 16 mm dan spasi antar tulangan 125 mm	Menggunakan sengkang 3 kaki dengan diameter 16 mm dan spasi antar tulangan 125 mm
Tulangan sengkang kolom diluar lo	Menggunakan sengkang 2 kaki dengan diameter 16 mm dan spasi antar tulangan 150 mm	Menggunakan sengkang 2 kaki dengan diameter 16 mm dan spasi antar tulangan 150 mm
Volume beton struktur balok	0,9936 m ³	0,9936 m ³
Volume pembesian struktur balok	187,998 kg	218,193 kg
Volume beton struktur kolom	1,2816 m ³	1,2816 m ³
Volume pembesian struktur kolom	340,008 kg	340,008 kg

Sumber: Olahan Pribadi

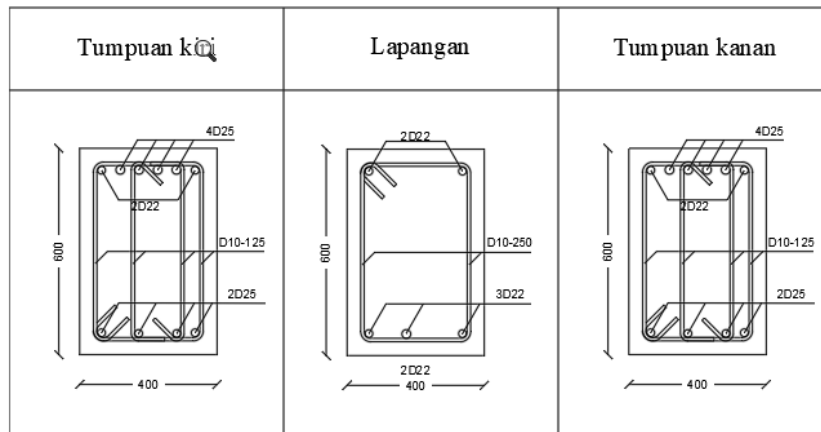
Berdasarkan Tabel 5.3, terlihat bahwa pada struktur balok perbandingan kebutuhan tulangan cukup besar. Sedangkan pada struktur kolom tidak memiliki perbedaan. Dari segi kebutuhan penulangan, balok B2 2/C-D menggunakan SNI 2847:2002 dan SNI 2847:2019 akan dipasang tulangan sebagai berikut:

- Berdasarkan SNI 1726:2002 dan SNI 2847:2019



Gambar 5.1 Penulangan Balok Menggunakan Peraturan Tahun 2002

(Sumber: Olahan Pribadi)

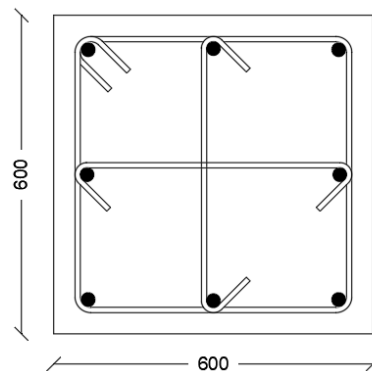


Gambar 5.2 Penulangan Balok Menggunakan Peraturan Tahun 2002

(Sumber: Olahan Pribadi)

Dari Gambar 5.1 dan 5.2 dapat dilihat bahwa hasil desain menggunakan peraturan tahun 2019 memiliki penulangan yang lebih kompleks dibandingkan peraturan tahun 2002. Perbedaan penulangan ini diakibatkan oleh perbedaan beban gempa yang dihitung sebelumnya. Dimana pada peraturan tahun 2019 memiliki beban gempa yang lebih besar sehingga momen yang dihasilkan juga semakin besar. Oleh karena itu tulangan terpasang pada peraturan tahun 2019 akan lebih banyak dari tahun 2002.

Kemudian untuk tulangan longitudinal maupun transversal kolom tidak memiliki perbedaan dikarenakan pembebanan beban mati dan hidup yang sama. Meskipun, kombinasi pembebanan kedua peraturan ini berbeda, akan tetapi perbedaannya tidak sampai peraturan 2019 harus menggunakan rasio 2% dalam pendesainan. Berikut merupakan gambar tulangan terpasang kolom pada daerah lo dan diluar lo.



Gambar 5.3 Penulangan Kolom

(Sumber: Olahan Pribadi)

Dari Gambar 5.3, terlihat bahwa tulangan yang terpasang pada daerah lo dan luar lo memiliki besar yang sama hanya saja yang membedakan adalah pada daerah lo sengkang dipasang dengan spasi 125 mm dan diluar lo dipasang dengan spasi 150 mm.

Untuk volume beton kedua struktur tidak memiliki perbedaan dikarenakan dimensi struktur yang digunakan dalam pemodelan ini sama besar. Kemudian, dikarenakan penulangan struktur kolom tidak memiliki perbedaan maka volume kolom juga tidak berbeda. Namun untuk struktur balok, perbedaan volume pembesian cukup jauh dikarenakan kebutuhan tulangan yang berbeda cukup jauh juga.

