

EVALUASI SNI 1726:2012 PASAL 7.2.5.1 MENGENAI DISTRIBUSI GAYA LATERAL PADA PENGGUNAAN SISTEM GANDA

Christianto Tirta Kusuma¹, Tiffany Putri Tjipto², Hasan Santoso³ dan Ima Muljati⁴

ABSTRAK : Gempa merupakan bencana alam yang tidak dapat dihindari dan dapat menyebabkan kerusakan pada struktur bangunan. Oleh karena itu, struktur bangunan harus didesain agar mampu menahan gaya gempa yang terjadi. Ada berbagai sistem yang dapat digunakan untuk menahan gaya gempa yang terjadi, baik berupa sistem tunggal maupun sistem ganda. Untuk sistem ganda, harus memenuhi syarat yang diatur dalam SNI 1726:2012 pasal 7.2.5.1 yang mengharuskan SRPM menerima minimal 25% gaya lateral. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi apakah pasal 7.2.5.1 SNI 1726:2012 perlu dipenuhi. Pada penelitian ini akan digunakan sistem ganda berupa SRPMK dan SRBE pada enam bangunan yang direncanakan dengan beban respons spektrum pada kota Surabaya dan Papua menurut SNI 1726:2012. Kinerja struktur akan diperiksa menggunakan *nonlinear time history analysis*.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pasal 7.2.5.1 SNI 1726:2012 yang mensyaratkan pada sistem ganda SRPM harus mampu memikul minimal 25% gaya lateral yang terjadi tidak perlu dipenuhi.

KATA KUNCI: sistem ganda, sistem rangka pemikul momen khusus, sistem rangka bresing eksentris.

1. PENDAHULUAN

Indonesia terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik, yaitu lempeng Indo-Australia, Lempeng Eurasia, dan Lempeng Pasifik. Hal ini mengakibatkan Indonesia menjadi wilayah yang rawan terjadi gempa, oleh karena itu diperlukan desain khusus untuk bangunan di Indonesia yang mampu menahan gaya gempa yang terjadi. Dalam Standar Nasional Indonesia 1726:2012 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung, ada 84 macam sistem penahan gempa yang dapat digunakan. Sistem tersebut terdiri dari sistem tunggal dan sistem ganda.

Khusus untuk sistem ganda, baik sistem rangka pemikul momen dengan rangka bresing maupun sistem rangka dengan dinding geser, SNI 1726:2012 pasal 7.2.5.1 mensyaratkan rangka pemikul momen harus mampu menahan paling sedikit 25% gaya gempa desain. Akan tetapi, menurut Hartanto dan Wijaya (2011), serta menurut Sari dan Nyotosetiadi (2011), jika rangka pemikul momen diusahakan menerima minimal 25% beban lateral, maka kekakuan bresing harus dikurangi sehingga mengakibatkan *drift* struktur melampaui syarat yang ditentukan. Pada penelitian ini, akan dilakukan evaluasi mengenai persyaratan distribusi beban lateral pada SRPM minimal sebesar 25% dengan dilakukan percobaan pada beberapa bangunan. Sistem ganda yang digunakan berupa sistem rangka bresing eksentris (SRBE) dan sistem rangka pemikul momen khusus (SRPMK).

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, christiantotirta@gmail.com.

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, gabrielletiffanyputri@yahoo.com.

³ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, hasan@petra.ac.id.

⁴ Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, imuljati@petra.ac.id.

2. LANDASAN TEORI

2.1 Respon Spektrum

Respon spektrum menggunakan sebuah kurva respon dengan periode getar struktur T (sumbu x) dan respon-respon maksimum berdasarkan rasio redaman dan gempa tertentu (sumbu y). Respon spektrum desain ditentukan dengan parameter respon ragam yang disesuaikan dengan klasifikasi situs dimana bangunan tersebut akan dibangun kemudian dibagi dengan kuantitas R/I . (Departemen Pekerjaan Umum, 2012).

2.2 Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE)

Berdasarkan pasal 15.13.1 SNI 03-1729-2002, pada SRBE ada suatu bagian dari balok yang disebut *link* dan direncanakan secara khusus. SRBE diharapkan dapat mengalami deformasi inelastis yang cukup besar pada *link* saat memikul gaya-gaya akibat beban gempa rencana. Kolom-kolom, batang bresing, dan bagian dari balok di luar *link* harus direncanakan untuk tetap dalam keadaan elastis akibat gaya-gaya yang dihasilkan oleh *link* pada saat mengalami pelelehan penuh.

2.3 Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK)

Sesuai pasal 17.7-6 SNI 03-1729-2002 dalam mendesain SRPMK, persyaratan yang harus dipenuhi selain kapasitas profil, yaitu ketentuan *strong column weak beam*. Persyaratan ini bertujuan agar tidak terjadi kegagalan pada kolom.

2.4 Sistem Ganda

Pasal 7.2.5.1. SNI 1726:2012 mensyaratkan pada penggunaan sistem ganda, SRPM harus mampu menahan minimal 25% dari gaya gempa desain.

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dengan urutan sebagai berikut:

1. Melakukan *preliminary design* dan pemodelan struktur menggunakan Etabs v13.1. Digunakan enam model bangunan, dapat dilihat pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Kode Penamaan Bangunan

Kode Bangunan	Makna Kode	Alasan Pemilihan
31L06	Bangunan 3 Bentang 1 SRBE, pada wilayah gempa Surabaya, 6 lantai).	Bentang kecil dengan SRBE minimum pada wilayah gempa rendah.
31H06	Bangunan 3 Bentang 1 SRBE, pada wilayah gempa Jayapura, 6 lantai	Bentang kecil dengan SRBE minimum pada wilayah gempa tinggi.
31L12	Bangunan 3 Bentang 1 SRBE, pada wilayah gempa Surabaya, 12 lantai	Bentang besar dengan SRBE minimum pada wilayah gempa rendah
31H12	Bangunan 3 Bentang 1 SRBE, pada wilayah gempa Jayapura, 12 lantai	Bentang besar dengan SRBE minimum pada wilayah gempa tinggi.
32H12	Bangunan 3 Bentang 2 SRBE, pada wilayah gempa Jayapura, 12 lantai	Bentang kecil dengan SRBE maksimum pada wilayah gempa tinggi.
52H12	Bangunan 5 Bentang 2 SRBE, pada wilayah gempa Jayapura, 12 lantai	Bentang besar dengan SRBE minimum pada wilayah gempa tinggi.
51H12	Bangunan 5 Bentang 1 SRBE, pada wilayah gempa Jayapura, 12 lantai	Bentang besar dengan SRBE minimum pada wilayah gempa tinggi. Pada bangunan ini persyaratan <i>strong column weak beam</i> pada lantai 1 tidak terpenuhi, maka tidak diteliti lebih lanjut.

2. Ditentukan beban – beban yang terjadi, termasuk beban respon spektrum gempa.
3. Dilakukan *capacity design* sesuai dengan syarat SRPMK dan SRBE.

4. Pemeriksaan *drift* bangunan. Apabila tidak terpenuhi dilakukan *redesign*.
5. Evaluasi kinerja bangunan dengan *non linear time history analysis* dengan ETABS v13.1.
6. Evaluasi distribusi gaya lateral yang terjadi.

4. HASIL DAN ANALISIS

Dari hasil desain, didapatkan dimensi profil yang digunakan, distribusi gaya, *drift ratio*, dan *damage index*.

4.1 Dimensi Profil

Dimensi profil yang digunakan memenuhi syarat *capacity design* baik dalam perencanaan SRMPK dan SRBE. Hasil interaksi juga menunjukkan bahwa dimensi profil yang digunakan adalah efisien karena interaksi berkisar pada 0,7 - 1. Ukuran profil yang digunakan dapat dilihat pada **Tabel 2.** s.d. **Tabel 4.**

Tabel 2. Dimensi Profil Balok yang Digunakan

Model Bangunan	Lantai	Balok Induk	Balok Anak
31L06	1 - 6	WF 350x175x7x11	WF 250x275x7x11
31H06			
31L12	1 - 12	WF 450x200x9x14	WF 350x175x7x11
31H12			
32H12		WF 300x150x6,5x9	WF 250x175x7x11
52H12		WF 400x200x8x13	WF 350x175x7x11

Tabel 3. Dimensi Profil Kolom yang Digunakan

Model Bangunan	Lantai	Kolom			
		Interior	Sudut	Eksterior - X	Eksterior - Y
31L06	1 - 3	400x400x20x35			
	4 - 6	400x400x18x28			
31H06	1 - 3	400x400x20x35			
	4 - 6	400x400x18x28			
31L12	1 - 6	400x400x45x70			
	7 - 12	400x400x30x50			
31H12	1 - 6	400x400x45x70			
	7 - 12	400x400x30x50			
32H12	1 - 6	400x400x45x70			
	7 - 12	400x400x30x50			
52H12	1 - 6	400x400x45x70			
	7 - 12	400x400x30x50			

Tabel 4. Dimensi Profil Balok Link, Bresing dan Balok Luar Link

Model Bangunan	Lantai	Balok Link dan Luar Link	Bresing
31L06	1-3	WF 400x200x8x13	WF 350x175x7x11
	4-6	WF 350x175x7x11	WF 300x150x6,5x9
31H06	1-3	WF 450x200x9x14	WF 400x200x8x13
	4-6	WF 400x200x8x13	WF 350x175x7x11
31L12	1-6	WF 450x200x9x14	
	7-9	WF400x200x8x13	
	10-12	WF 350x175x7x11	
31H12	1-6	WF 500x200x9x14	
	7-9	WF 450x200x9x14	
	10-12	WF 350x175x7x11	
32H12	1-6	WF 450x200x9x14	
	7-9	WF 350x175x7x11	
	10-12	WF 300x150x6,5x9	
52H12	1-6	WF 600x200x12x20	
	7-9	WF 500x200x11x19	
	10-12	WF 450x200x9x14	

4.2 Distribusi Gaya

Hasil Distirbusi Gaya dapat Dilihat pada **Tabel 5.**

Tabel 5. Persentase Gaya Lateral yang Diterima SRPMK

Model Bangunan	Arah	
	X (%)	Y (%)
31L06	19,28	13,12
31H06	16,09	9,99
31L12	22,5	15,10
31H12	19,19	13,58
32H12	9,83	6,14
52H12	20,33	15,1

4.3 Drift Ratio

Hasil *drift ratio* dapat dilihat pada **Tabel 6.**

Tabel 6. Drift Ratio Maksimum

Model Bangunan	Drift Ratio (%)	
	Arah X	Arah Y
31L06	0.1905	0.2041
31H06	0.0962	0.1028
31L12	0.1089	0.1171
31H12	0.3966	0.4672
32H12	0.116	0.1178
52H12	0.5089	0.5143

4.4 Lokasi Sendi Plastis

Lokasi terjadinya sendi plastis dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Lokasi Terjadinya Sendi Plastis

Model Bangunan	Eksterior		Interior	
	Arah X	Arah Y	Arah X	Arah Y
31L06	Balok <i>Link</i> Balok Luar <i>Link</i>	Balok <i>Link</i> Balok Luar <i>Link</i>	-	
31H06	Balok <i>Link</i>	Balok <i>Link</i> Balok Luar <i>Link</i>		
31L12	Balok <i>Link</i>	Balok <i>Link</i>		
31H12	Balok <i>Link</i> Balok Luar <i>Link</i>	Balok <i>Link</i> Balok Luar <i>Link</i> Bresing		
32H12	Balok <i>Link</i> Balok Luar <i>Link</i> Balok Induk	Balok <i>Link</i> Balok Luar <i>Link</i> Balok Induk	Balok Induk	
52H12	Balok <i>Link</i> Balok Luar <i>Link</i>	Balok <i>Link</i> Balok Luar <i>Link</i> Balok Induk	-	

4.5 Damage Index

Batas kinerja *damage index* digunakan persyaratan FEMA 356 dapat dilihat pada **Tabel 8**. Tingkat kinerja berdasarkan *damage index* dapat dilihat pada **Tabel 9**.

Tabel 8. Kriteria Damage Index

Batas	Kondisi
0-0,1	<i>First Yield</i>
0,1-0,333	<i>Serviceability</i>
0,333-0,5	<i>Damage Control</i>
0,5-1	<i>Safety</i>
>1	<i>Unacceptable</i>

Tabel 9. Damage Index Maksimum Bangunan pada Gempa 2500 tahun.

Model Bangunan	Balok <i>Link</i>		Balok Luar <i>Link</i>		Bresing		Balok Induk		Kolom	
	x	y	x	y	x	y	x	y	x	y
31L06	FY	FY	FY	FY						
31H06	FY	FY		FY						
31L12	FY	FY								
31H12	FY	FY	FY	FY		FY				
32H12	FY	FY	FY	FY			FY	FY		
52H12	FY	FY	FY	FY				FY		

5. KESIMPULAN

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa sistem ganda rangka pemikul momen khusus (SRPMK) dan rangka baja dengan bresing eksentris (SRBE) memberikan kinerja yang baik dan efisien walaupun SRPMK direncanakan kurang dari 25% gaya gempa desain sesuai pasal 7.2.5.1 menurut SNI 1726:2012.

6. DAFTAR REFERENSI

- SAC Joint Venture (2000). *FEMA-356 Recommended Seismic Design Criteria for New Steel Moment-Frame Buildings*. California : *Federal Emergency Management Agency*.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2012). *SNI 1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-gedung*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
- Nyotosetiadi, I. dan Sari, I.P. (2011). *Evaluasi Kinerja Struktur Baja dengan Sistem Ganda SRPMK dan SRBE yang Menggunakan RBS pada Kedua Arah Orthogonal Bangunan di Wilayah 2 Gempa Indonesia* (Tugas Akhir Strata 1 no 11011783/SIP/2011). Unpublished undergraduate thesis, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Hartanto, A.. dan Wijaya, R. (2011). *Evaluasi Kinerja Struktur Baja dengan Sistem Ganda SRPMK dan SRBE yang Menggunakan RBS pada Kedua Arah Orthogonal Bangunan di Wilayah 6 Gempa Indonesia* (Tugas Akhir Strata 1 no 11011781/SIP/2011). Unpublished undergraduate thesis, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- Badan Standarisasi Nasional.(2002). *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung, SNI 03-1729-2002*.