

PENELITIAN MENGENAI SNI 1726:2012 PASAL 7.2.5.1 TENTANG DISTRIBUSI GAYA LATERAL TERHADAP KEKAKUAN, KEKUATAN, DAN PENGECEKAN TERHADAP SISTEM TUNGGAL

Bernard Thredy William Wijaya¹, Nico², Hasan Santoso³, dan Pamuda Pudjisuryadi⁴

ABSTRAK : Indonesia merupakan salah satu negara rawan gempa, sehingga bangunan-bangunan di Indonesia perlu didesain terhadap gempa. Dalam SNI 1726:2012 terdapat berbagai sistem struktur penahan gempa, salah satu dari sistem tersebut yang sering dipakai adalah sistem tunggal dan sistem ganda yang merupakan kombinasi dari sistem rangka pemikul momen dan sistem lainnya. SNI 1726:2012 pasal 7.2.5.1 mensyaratkan rangka pemikul momen harus mampu menahan paling sedikit 25% gaya gempa desain pada sistem ganda, baik sistem rangka pemikul momen dengan rangka bresing maupun sistem rangka dengan dinding geser. Sebelumnya telah dilakukan penelitian (Kusuma dan Tjipto, 2015) dengan mengabaikan syarat SNI 1726:2012 pasal 7.2.5.1 berdasarkan asumsi bahwa dengan mengabaikan syarat tersebut, bangunan akan menunjukkan performa yang baik. Pada penelitian tersebut pengujian bangunan menunjukkan performa yang kurang baik. Oleh karena itu pada penelitian ini desain bangunan akan dilakukan dengan memenuhi syarat SNI 1726:2012 pasal 7.2.5.1. Bangunan yang didesain dibedakan menjadi 3 skenario yang akan dinotasikan sebagai S1, S2 dan S3. S1 merupakan bangunan yang akan didesain sebagai sistem ganda yaitu sistem rangka pemikul momen dan sistem rangka bresing eksentrik dengan syarat 25% *base shear* terhadap proporsi kekakuan. S2 akan didesain dengan syarat 25% terhadap kekuatan bangunan dan S3 akan didesain sebagai sistem tunggal. Hasil pengujian dari ketiga skenario tersebut menunjukkan bahwa bangunan S1 memberikan performa yang paling baik. Bangunan dengan S2 memberikan performa yang sedikit di bawah S1 namun dengan proporsi material yang lebih kecil. Diikuti dengan performa bangunan S3 yang menunjukkan performa yang buruk apabila dibandingkan dengan S1 dan S2.

KATA KUNCI: sistem rangka pemikul momen khusus, sistem rangka bresing eksentrik, sistem ganda, kekakuan, kekuatan

1. PENDAHULUAN

Pada penelitian ini dilakukan peninjauan terhadap ASCE 2010 pasal 12.2.5.1 yang merupakan referensi dari SNI 1726:2012 pasal 7.2.5.1. Pasal tersebut berisi sebagai berikut “*For a dual system, the moment frames shall be capable of resisting at least 25 percent of the design seismic forces. The total seismic force resistance is to be provided by the combination of the moment frames and the shear walls or braced frames in proportion to their rigidities*” (ASCE 2010 12.2.5.1). Pada peraturan tersebut dikatakan bahwa sistem rangka pemikul momen harus mampu menahan paling sedikit 25 persen dari gaya gempa desain. Dikatakan juga bahwa gaya penahan gempa berasal dari kombinasi antara sistem rangka dan dinding geser atau bresing terhadap proporsi kekakuan. Kemudian dilakukan pengecekan terhadap dokumen FEMA 451 dan FEMA 356. Pada FEMA 451 *chapter 5* alternatif C diberikan langkah- langkah mendesain bangunan baja dengan *dual system* (FEMA 451, 2006). Pada alternatif tersebut dikatakan bahwa syarat 25% gaya lateral dilakukan terhadap *strength* dari sistem

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

² Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra Surabaya, nicoyu94@gmail.com

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

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

rangka. Namun pada FEMA 356 syarat 25% gaya lateral pada sistem didesain untuk menerima gaya gempa terhadap proporsi kekakuan (FEMA 356, 2000). Dikarenakan terdapat perbedaan mengenai isi dari beberapa peraturan, maka dalam penelitian ini akan dibagi menjadi 3 skenario desain untuk mewakili isi dari setiap peraturan. Skenario 1 adalah skenario desain bangunan dengan distribusi base shear harus mencapai 25% dari keseluruhan total base shear. Pada Skenario 2 bangunan akan didesain dengan mengalikan gaya gempa yang terjadi dengan nilai faktor perbandingan antara base shear SRPMK dengan base shear SRPMK ditambah dengan base shear SRBE yang kemudian dibagi dengan 25%. Untuk *scale factor* usahakan dicari *scale factor* yang paling minimum. Skenario 3 adalah desain bangunan dengan menetapkan arah x dan y sebagai sistem tunggal yaitu SRBE.

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). Untuk desain dengan $S1$, $S2$ dan $S3$ akan digunakan nilai $R=8$ (Tabel 17 SNI 1726-2012).

2.2. Sistem Rangka Bresing Eksentris (SRBE)

Berdasarkan pasal 15.13.1 SNI 03-1729-2002, pada SRBE terdapat 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

Permodelan bangunan dan informasi perencanaan struktur dapat dilihat pada **Tabel 1 dan Tabel 2**

Tabel 1. Kode Penamaan Bangunan

Kode Bangunan	Makna Kode	Alasan Pemilihan
31J06-S1	Bangunan 6 lantai 3 Bentang 1 SRBE, gempa Jayapura skenario 1.	Denah dengan perbandingan jumlah SRPMK dan SRBE yang proporsional untuk memenuhi syarat 25%.
31J06-S2	Bangunan 6 lantai 3 Bentang 1 SRBE, gempa Jayapura skenario 2.	Denah dengan perbandingan SRBE dan SRPMK yang sesuai untuk mendapatkan SF.
31J06-S3	Bangunan 6 lantai 3 Bentang 1 SRBE, gempa Jayapura skenario 3.	Denah digunakan untuk skenario 1 dan skenario 2 kemudian didesain sebagai sistem tunggal.
31J12-S1	Bangunan 3 Bentang 1 SRBE, pada wilayah gempa Surabaya, 12 lantai.	Denah dengan perbandingan jumlah SRPMK dan SRBE yang proporsional untuk memenuhi syarat 25%.

Tabel 1. (Lanjutan)

Kode Bangunan	Makna Kode	Alasan Pemilihan
31J12-S2	Bangunan 3 Bentang 1 SRBE, pada wilayah gempa Jayapura, 12 lantai.	Denah dengan perbandingan SRBE dan SRPMK yang sesuai untuk mendapatkan SF.
31J12-S3	Bangunan 3 Bentang 1 SRBE, pada wilayah gempa Jayapura, 12 lantai.	Denah digunakan untuk skenario 1 dan skenario 2 kemudian didesain sebagai sistem tunggal.
32J12-S2	Bangunan 3 Bentang 2 SRBE, pada wilayah gempa Jayapura, 12 lantai.	Denah dengan perbandingan SRBE dan SRPMK yang sesuai untuk mendapatkan SF.
32J12-S3	Bangunan 3 Bentang 2 SRBE, pada wilayah gempa Jayapura, 12 lantai.	Denah digunakan untuk skenario 1 dan skenario 2 yang didesain sebagai sistem tunggal.
52J12-S1	Bangunan 5 Bentang 2 SRBE, pada wilayah gempa Jayapura, 12 lantai.	Denah dengan perbandingan jumlah SRPMK dan SRBE yang proporsional untuk memenuhi syarat 25%.
52J12-S2	Bangunan 5 Bentang 2 SRBE, pada wilayah gempa Jayapura, 12 lantai.	Denah dengan perbandingan SRBE dan SRPMK yang sesuai untuk mendapatkan SF.
52J12-S3	Bangunan 5 Bentang 2 SRBE, pada wilayah gempa Jayapura, 12 lantai.	Denah digunakan untuk skenario 1 dan skenario 2 kemudian didesain sebagai sistem tunggal.

Tabel 2. Data Struktur Bangunan

Data	31J6			31J12			32J12		52J12		
Skenario	S1	S2	S3	S1	S2	S3	S2	S3	S1	S2	S3
Luas Bangunan	18×18m ²								30×30m ²		
Tinggi per lantai	4m										
fy	240 MPa										
fu	370MPa										

Langkah-langkah yang dilakukan dalam mendesain komponen struktur bangunan dibagi menjadi 3 skenario sebagai berikut:

1. Skenario 1 dimulai dengan pemodelan struktur menggunakan Etabs v15.1, kemudian dilakukan *preliminary design*. Lalu dilanjutkan dengan menentukan beban beban yang terjadi, seperti beban hidup, beban mati serta respon spectrum dengan R=8. Kemudian dilakukan pengecekan *base shear* pada *joint reaction*. Apabila persentase *base shear* yang terjadi pada SRPMK kurang dari 25% maka akan dilakukan *preliminary design* dari awal.
2. Skenario 2 dimulai dengan pemodelan struktur menggunakan Etabs v15.1, kemudian melakukan *preliminary design*. Lalu dilanjutkan dengan menentukan beban beban yang terjadi, seperti beban hidup, beban mati serta respon spectrum dengan R=8. Kemudian dilakukan pengecekan *base shear* pada *joint reaction*. Apabila persentase *base shear* yang terjadi pada SRPMK kurang dari 25% maka gaya gempa akan dikalikan dengan faktor.
3. Skenario 3 dimulai dengan pemodelan struktur menggunakan Etabs v15.1, kemudian melakukan *preliminary design*. Lalu dilanjutkan dengan menentukan beban beban yang terjadi, seperti beban hidup, beban mati serta respon spectrum dengan R=5. Untuk skenario 3 bangunan didesain sebagai sistem tunggal sehingga tidak perlu dicek terhadap syarat 25% gaya lateral.
4. Jika syarat untuk skenario 1, 2, dan 3 telah terpenuhi maka akan dilakukan *capacity design* sesuai dengan ketentuan SRPMK dan SRBE. Setelah proses *capacity design* selesai, dilakukan pemeriksaan *drift* bangunan, jika syarat yang ditentukan terpenuhi, maka dilanjutkan dengan *nonlinear time history analysis* (Wijaya dan Santoso, 2011).

4. HASIL DAN ANALISIS

Dari hasil desain, didapatkan dimensi profil yang digunakan, berat profil bangunan, 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 3.** s.d. **Tabel 7.**

Tabel 3. Dimensi Balok Terpakai pada Model Bangunan

31J6						
	S1		S2		S3	
LT	Balok Anak	Balok Induk	Balok Anak	Balok Induk	Balok Anak	Balok Induk
1 s/d 6	250.175.7.11	350.175.7.11	250.175.7.11	350.175.7.11	250.125.6.9	300.150.6,5.9
32J12						
			S2		S3	
LT			Balok Anak	Balok Induk	Balok Anak	Balok Induk
1 s/d 12			250.175.7.11	350.175.7.11	250.125.6.9	300.150.6,5.9
31J12						
	S1		S2		S3	
LT	Balok Anak	Balok Induk	Balok Anak	Balok Induk	Balok Anak	Balok Induk
1 s/d 12	300.150.6,5.9	400.200.8.13	300.150.6,5.9	400.200.8.13	250.125.6.9	350.175.7.11
52J12						
	S1		S2		S3	
LT	Balok Anak	Balok Induk	Balok Anak	Balok Induk	Balok Anak	Balok Induk
1 s/d 12	300.150.6,5.9	400.200.8.13	300.150.6,5.9	400.200.8.13	250.125.6.9	400.200.8.13

Tabel 4. Dimensi Kolom Terpakai pada Model Bangunan

31J6									
	S1			S2			S3		
LT	Eksterior	Interior	Sudut	Eksterior	Interior	Sudut	Eksterior	Interior	Sudut
1 s/d 3	400.400. 18.28	400.400. 45.70	400.400. 18.28						
4 s/d 6	400.400. 16.24	400.400. 30.50	400.400. 16.24						
32J12									
	S1			S2			S3		
LT	Eksterior	Interior	Sudut	Eksterior	Interior	Sudut	Eksterior	Interior	Sudut
1 s/d 6				400.400. 18.28	400.400. 45.70	400.400. 18.28	400.400. 18.28	400.400. 18.28	400.400. 18.28
7 s/d 12				400.400. 16.24	400.400. 30.50	400.400. 16.24	400.400. 16.24	400.400. 16.24	400.400. 16.24
31J12									
	S1			S2			S3		
LT	Eksterior	Interior	Sudut	Eksterior	Interior	Sudut	Eksterior	Interior	Sudut
1 s/d 6	400.400. 20.35	400.400. 30.50	400.400. 20.35	400.400. 20.35	400.400. 20.35	400.400. 20.35	400.400. 18.28	400.400. 18.28	400.400. 18.28
7 s/d 12	400.400. 18.28	400.400. 20.35	400.400. 18.28	400.400. 18.28	400.400. 18.28	400.400. 18.28	400.400. 16.24	400.400. 16.24	400.400. 16.24
52J12									
	S1			S2			S3		
LT	Eksterior	Interior	Sudut	Eksterior	Interior	Sudut	Eksterior	Interior	Sudut
1 s/d 6	400.400. 30.50	400.400. 45.70	400.400. 30.50	400.400. 30.50	400.400. 30.50	400.400. 30.50	400.400. 18.28	400.400. 18.28	400.400. 18.28

Tabel 4. (Lanjutan)

LT	S1			S2			S3		
	Eksterior	Interior	Sudut	Eksterior	Interior	Sudut	Eksterior	Interior	Sudut
7 s/d 12	400.400. 20.35	400.400. 30.50	400.400. 20.35	400.400. 20.35	400.400. 20.35	400.400. 20.35	400.400. 16.24	400.400. 16.24	400.400. 16.24

Tabel 5. Dimensi Balok Link, Balok Luar Link, dan Bresing Terpakai

31J6						
LT	S1		S2		S3	
	Balok Link	Balok L.Link	Balok Link	Balok L.Link	Balok Link	Balok L.Link
1 s/d 3	400.200.8.13	450.200.9.14	400.200.8.13	450.200.9.14	350.175.7.11	400.200.8.13
4 s/d 6	350.175.7.11	400.200.8.13	350.175.7.11	400.200.8.13	300.150.6,5.9	350.175.7.11
32J12						
LT			S2		S3	
			Balok Link	Balok L.Link	Balok Link	Balok L.Link
1 s/d 6			450.200.9.14	450.200.9.14	350.175.7.11	400.200.8.13
7 s/d 9			400.200.8.13	400.200.8.13	300.150.6,5.9	350.175.7.11
10 s/d 12			300.150.6,5.9	350.175.7.11	300.150.6,5.9	350.175.7.11
31J12						
LT	S1		S2		S3	
	Balok Link	Balok L.Link	Balok Link	Balok L.Link	Balok Link	Balok L.Link
1 s/d 6	500.200.9.14	500.200.9.14	500.200.9.14	500.200.9.14	400.200.8.13	400.200.8.13
7 s/d 9	400.200.8.13	400.200.8.13	400.200.8.13	400.200.8.13	300.150.6,5.9	300.150.6,5.9
10 s/d 12	300.150.6,5.9	300.150.6,5.9	300.150.6,5.9	300.150.6,5.9	200.100.5,5.8	200.100.5,5.8
52J12						
LT	S1		S2		S3	
	Balok Link	Balok L.Link	Balok Link	Balok L.Link	Balok Link	Balok L.Link
1 s/d 6	500.200.11.19	500.200.11.19	500.200.11.19	500.200.11.19	450.200.9.14	450.200.9.14
7 s/d 9	450.200.9.14	450.200.9.14	450.200.9.14	450.200.9.14	350.175.7.11	350.175.7.11
10 s/d 12	300.150.6,5.9	300.150.6,5.9	300.150.6,5.9	300.150.6,5.9	250.125.6.9	250.125.6.9

Tabel 6. Dimensi Bresing Terpakai pada Model Bangunan

31J6			
	S1	S2	S3
LT	Brace	Brace	Brace
1 s/d 3	200.200.12.12	200.200.12.12	150.150.7.10
4 s/d 6	200.200.8.12	200.200.8.12	150.150.7.10
32J12			
	S1	S2	S3
LT	Brace	Brace	Brace
1 s/d 6		200.200.12.12	150.150.7.10
7 s/d 12		200.200.8.12	150.150.7.10
31J12			
	S1	S2	S3
LT	Brace	Brace	Brace
1 s/d 6	200.200.8.12	200.200.8.12	400.200.8.13
7 s/d 9	200.200.8.12	200.200.8.12	350.175.7.11
10 s/d 12	200.200.8.12	200.200.8.12	300.150.6,5.9
52J12			
	S1	S2	S3
LT	Brace	Brace	Brace
1 s/d 6	450.200.9.14	450.200.9.14	450.200.9.14
7 s/d 12	400.200.8.13	400.200.8.13	350.175.7.11

4.2. Distribusi Gaya

Hasil Distribusi Gaya dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Tabel 7. Persentase Gaya Lateral yang Diterima SRPMK

Tabel		Persentase Base Shear (sumbu x)		Scale Factor
Kode Bangunan	Skenario	SRPMK	SRBE	x
31J6	S1	28%	72%	-
	S2	19%	81%	1.31
31J12	S1	25%	75%	-
	S2	22%	78%	1.138
32J12	S2	17%	83%	1.489
52J12	S1	25%	75%	-
	S2	20%	80%	1.24

4.3. Berat Bangunan

Berat total bangunan dapat dilihat pada **Tabel 8**.

Tabel 8. Berat Baja Setiap Bangunan

Kode Bangunan	Skenario	Berat Bangunan (kg)	Luas(m ²)	Berat/Luas(kg/m ²)	Persentase Berat
31J6	S1	193232.39	1944.00	99.40	100%
	S2	165411.72	1944.00	85.09	85.60%
	S3	140510.26	1944.00	72.28	72.72%
31J12	S1	393068.21	3888.00	101.10	100%
	S2	375588.51	3888.00	96.60	95.55%
	S3	310644.24	3888.00	79.90	79.03%
32J12	S1	401574.55	3888.00	103.29	100%
	S2	298744.32	3888.00	76.84	74.39%
52J12	S1	1149831.47	10800.00	106.47	100%
	S2	1053008.62	10800.00	97.50	91.58%
	S3	801219.39	10800.00	74.19	69.68%

4.4. Displacement dan Drift Ratio

Hasil *drift ratio* dapat dilihat pada **Tabel 9 dan Tabel 10**.

Tabel 9. Displacement Maksimum Gempa Periode Ulang 2500 Tahun pada Model Bangunan

Periode Ulang	2500 thn	Displacement
Kode Bangunan	Skenario	X(mm)
31J6	S1	260.8
	S2	260.1
	S3	453.3
31J12	S1	682.8
	S2	680.8
	S3	794.6
32J12	S2	561.9
	S3	592.7
52J12	S1	673
	S2	672.7
	S3	720

Tabel 10. Drift Ratio Maksimum Gempa Periode Ulang 2500 Tahun pada Model Bangunan

Periode Ulang	2500 thn	Drift Ratio(%)
Kode Bangunan	Skenario	X
31J6	S1	1.013
	S2	1.3
	S3	2.3
31J12	S1	1.7645
	S2	1.779
	S3	2.1814
32J12	S2	0.3
	S3	1.52
52J12	S1	2.0358
	S2	2.4213
	S3	2.624

4.5. Performance dan Damage Index

Performa bangunan berdasarkan *drift ratio* dapat dilihat pada **Tabel 11**. Tingkat kinerja berdasarkan *damage index* dapat dilihat pada **Tabel 12**. Untuk syarat *drift ratio* serta *damage index* didapatkan dari FEMA 356, 2000.

Tabel 11. Performance Bangunan Berdasarkan Drift Ratio Maksimum untuk Gempa Periode Ulang 2500 Tahun.

Kode Bangunan	Skenario	Immediate Occupancy	Life Safety Limit State	Collapse Prevention Limit State	Unaccptable Limit State
31J6	S1		1.013		
	S2		1.3		
	S3				2.3
31J12	S1			1.7645	
	S2			1.779	
	S3				2.1814
32J12	S2		0.83		
	S3			1.52	
52J12	S1				2.0358
	S2				2.4213
	S3				2.624
<i>drift ratio max(%)</i>		<0.5	0.5-1.5	1.5-2.0	>2.0

Tabel 12. Performance Bangunan Berdasarkan Damage Index Maksimum pada Gempa Periode Ulang 2500 thn.

Kode Bangunan	Skenario	Damage Index					
		Balok Link	Balok Luar Link	Bracing	Balok Induk	Kolom Eksterior	Kolom Interior
31J6	S1	CP	FY	FY	-	-	-
	S2	CP	FY	FY	-	-	-
	S3	CP	FY	CP	FY	-	-
31J12	S1	CP	FY	CP	FY	CP	-
	S2	CP	CP	CP	FY	CP	-
	S3	CP	CP	CP	FY	CP	-
32J12	S2	CP	FY	CP	-	FY	-
	S3	CP	FY	CP	FY	IO	FY
52J12	S1	CP	FY	CP	FY	CP	-
	S2	CP	CP	CP	FY	CP	-
	S3	CP	CP	CP	FY	CP	-

4.6. Pembahasan Pola Keruntuhan Bangunan

Desain awal bresing dilakukan dengan memberikan beban tambahan pada join pertemuan antara balok *link*, luar *link*, dan bresing pada portal yang masih utuh. Beban berupa gaya aksial dan momen lentur yang ditimbulkan oleh 1.25 kali kuat geser nominal dari *link* ($1.25R_y V_n$). Pola keruntuhan bangunan yang menggunakan desain tersebut ternyata tidak sesuai dengan pola keruntuhan SRBE di mana terjadi sendi plastis pada bresing sebelum balok *link*. Oleh karena itu dilakukan desain dengan cara kedua di mana beban diberikan dengan cara *free body* pada bresing. Pola keruntuhan bangunan yang menggunakan desain cara *free body* ternyata menunjukkan hasil pola keruntuhan yang sesuai dengan konsep desain SRBE. Sehingga untuk selanjutnya digunakan cara desain dengan menggunakan *free body* pada bresing .

5. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, desain bangunan dibagi menjadi 3 skenario untuk memperjelas interpretasi yang berbeda dari SNI-1726 pasal 7.2.5.1. Bangunan yang didesain dengan memenuhi 25% syarat kekakuan menunjukkan performa yang paling baik dari 3 skenario desain, tetapi memiliki perbandingan proporsi material yang lebih besar. Bangunan dengan skenario 2 menunjukkan performa yang sedikit lebih buruk dibandingkan skenario 1 berdasarkan *drift ratio* dimana keduanya masih berada dalam batasan *life safety*. Untuk skenario 3, performa bangunan mengalami penurunan yang signifikan berdasarkan *drift ratio* dan berada pada tahap *collapse prevention*. Oleh karena itu untuk keperluan desain syarat SNI lebih baik dipenuhi terhadap kekuatan dikarenakan performa bangunan yang hampir sama terhadap S1 tetapi dengan persentase berat yang lebih ringan.

6. DAFTAR REFERENSI

- American Institute of Steel Construction (2010). *Minimum Design Loads for Buildings and Other Structures* , ASCE/SEI 7-10. American Institute of Steel Construction ,Inc., Chicago : Author.
- Badan Standarisasi Nasional. (2002). *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung, SNI 03-1729-2002*.
- BSSC (2006). *NEHRP Recommended Provisions : Design Examples*, FEMA 451. National Institutes of Building Science, Washington, D.C.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2012). *SNI 1726-2012 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non-gedung*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta, Indonesia.
- Kusuma, C. dan Tjipto, T.P. (2015). *Evaluasi SNI 1726:2012 pasal 7.2.5.1 Mengenai Distribusi Gaya Lateral pada Penggunaan Sistem Ganda* (Tugas Akhir Strata 1 No. 11012060/SIP/2015). Unpublished Undergraduate Thesis, Universitas Kristen Petra, Surabaya.
- SAC Joint Venture (2000). *FEMA-356 Recommended Seismic Design Criteria for New Steel Moment-Frame Buildings*. California : Federal Emergency Management Agency.
- Wijaya, Ronny dan Santoso, A.H.(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.