

## HALAMAN PENGESAHAN

### LAPORAN PENELITIAN PELAKSANAAN PENELITIAN PF/PAK/PPM

1	a. Judul Penelitian	: Evaluasi Kinerja Struktur Baja dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) yang Menggunakan <i>Reduced Beam Section</i> di Wilayah 6 Peta Gempa Indonesia
	b. Bidang Ilmu	: <i>Earthquake Engineering</i> /Teknik Sipil
2	Ketua Peneliti:	
	a. Nama Lengkap dan Gelar	: Ima Muljati, S.T., M.Eng.
	b. Jenis Kelamin	: L/P
	c. NIP	: 93031
	d. Jabatan Fungsional	: 3D
	e. Jurusan/Fakultas/Pusat Studi	: Teknik Sipil/ FTSP
3	Alamat Ketua Peneliti	
	a. Alamat Kantor (Telp/fax/e-mail)	: Jurusan Teknik Sipil, UK Petra Jl. Siwalankerto 121 – 131 Surabaya +62 31 2983398; imuljati@petra.ac.id
	b. Alamat Rumah (Telp/fax/e-mail)	: Rungkut Lor VG/27 Surabaya +62 31 8705115; +62 818 504496
4	Jumlah Anggota Peneliti	: 3
	a. Nama Anggota Penelitian I	: Hasan Santoso, S.T., M.Eng.Sc.
	b. Nama Anggota Penelitian II	: Christian Luis, S.T.
	c. Nama Anggota Penelitian III	: Try Wibowo Hadinyoto, S.T.
5	Lokasi Penelitian	: Surabaya
6	Kerjasama dengan institusi lain	: ---
7	Jangka Waktu Penelitian	: 6 bulan
8	Biaya yang diusulkan	
	a. Sumber dari UK Petra	:
	b. Sumber lainnya	: Rp. 3,000,000
	Total	: Rp. 3,000,000

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Sipil

Surabaya, 1 September 2010  
Ketua Peneliti,

(Daniel Tjandra, S.T., M.Eng.)  
NIP: 03010

(Ima Muljati, S.T., M.T., M.Eng.)  
NIP: 93031

Mengetahui:  
Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan

(Ir. Handoko Sugiharto, M.T.)  
NIP: 84028

## RINGKASAN DAN SUMMARY

Setelah gempa Northridge pada tahun 1994, sejumlah penelitian terhadap struktur rangka pemikul momen khusus (SRPMK) dari baja menunjukkan adanya kerusakan pada bagian sambungan yang cukup signifikan. Hal ini mendorong penelitian terhadap upaya peningkatan kapasitas sambungan dengan cara memindahkan daerah kritis dari daerah sambungan ke lokasi lain yang lebih aman. Pada tahun 2005, *American Institute of Steel Construction* (AISC) melalui penelitian yang dipublikasikan dalam dokumen AISC 358-05, merekomendasikan penggunaan *Reduced Beam Section* (RBS) untuk memindahkan daerah kritis dari sambungan ke balok.

Pada RBS, sebagian sayap profil balok dipotong sehingga luas penampang profil menjadi berkurang. Pengurangan luasan tersebut menyebabkan perlemahan pada balok, diharapkan ketika terjadi beban berlebih akibat gempa, sendi-sendi plastis dapat terbentuk di daerah ini. Pengurangan luasan balok juga menyebabkan kapasitas nominal balok menjadi berkurang. Dengan demikian kapasitas nominal kolom yang dituntut untuk menjamin terjadinya mekanisme *strong column weak beam* juga semakin kecil. Pada akhirnya dimensi kolom pada struktur baja yang menggunakan RBS menjadi lebih kecil dibandingkan struktur yang konvensional.

Untuk konteks Indonesia, penggunaan RBS belumlah populer. Bahkan SNI 03-1729-2002 tentang Tata Cara Perencanaan Struktur Baja untuk Bangunan Gedung belum memasukkan ketentuan mengenai penggunaan RBS. Oleh sebab itu penelitian ini bertujuan untuk meneliti dan mengevaluasi kinerja SRPMK baja dengan RBS khususnya untuk daerah beresiko gempa tinggi di Indonesia (wilayah 6 peta gempa Indonesia).

Struktur yang ditinjau adalah struktur baja 4-, 8-, dan 12- lantai yang direncanakan terhadap beban gempa dalam satu arah (arah-x). Struktur didesain berdasarkan SNI 03-1729-2002 dan AISC 358-05. Pemeriksaan kinerja struktur dilakukan dengan analisis statik *pushover nonlinear* dan analisis dinamis *time history nonlinear*. Parameter pengukuran kinerja struktur adalah *drift* dan *damage index* menurut standar *Vision 2000* dan FEMA 350.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan RBS pada SRPMK baja lebih menjamin terjadinya pola keruntuhan *Strong Column Weak Beam* yang diharapkan. Namun struktur masih mengalami *drift* yang lebih besar daripada yang disyaratkan oleh *Vision 2000*. Hal yang sama juga terjadi pada *damage index* balok yang masih melebihi batasan FEMA 350. Walaupun demikian *damage index* kolom masih memenuhi persyaratan FEMA 350.

## PRAKATA

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian mengenai Perencanaan Berbasis Kinerja (*Performance Based Design*) yang dilakukan di Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Kristen Petra. Tujuan utama penelitian tentang Perencanaan Berbasis Kinerja ini adalah memberikan kontribusi aktif dalam penyempurnaan peraturan perencanaan struktur beton dan baja untuk bangunan gedung di Indonesia.

Dalam kesempatan ini Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada beberapa pihak yang telah terlibat, yaitu:

1. Tuhan Yang Maha Esa, atas perkenan dan hikmatnya sehingga penelitian ini boleh berlangsung dengan lancar.
2. Christian Luis, S.T. dan Try Wibowo Hadinyoto, S.T., atas kontribusi aktifnya sebagai perencana dan evaluator kinerja struktur sehingga penelitian ini memberikan hasil yang baik.
3. Hasan Santoso, S.T., M.Eng.Sc, atas cetusan ide awal, masukan dan sumbang sarannya sehingga penelitian ini lebih lengkap dan bermuara pada hasil yang baik.
4. Jurusan Teknik Sipil UK Petra yang telah mengizinkan penelitian ini untuk dilaksanakan dan ditindaklanjuti.

Pada akhirnya penelitian ini tidak lepas dari beberapa kekurangan yang tidak bisa kami hindari. Untuk itu kami mohon maaf jika ada kesalahan, baik itu disengaja maupun tidak. Kami mengharapkan penelitian ini dapat berguna bagi semua pihak yang membutuhkan, terutama demi kemajuan dunia teknik sipil di Indonesia.

Surabaya, 1 September 2010

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN .....	i
<b>A. LAPORAN HASIL PENELITIAN</b>	
RINGKASAN DAN SUMMARY.....	ii
PRAKATA.....	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL .....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vi
BAB I  PENDAHULUAN .....	1
BAB II  TINJAUAN PUSTAKA.....	4
BAB III  TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN.....	10
BAB IV  METODE PENELITIAN.....	11
BAB V  HASIL DAN PEMBAHASAN.....	16
BAB VI  KESIMPULAN DAN SARAN.....	39
DAFTAR PUSTAKA.....	40
<b>B. DRAF ARTIKEL ILMIAH .....</b>	<b>42</b>
<b>C. SINOPSIS PENELITIAN LANJUTAN .....</b>	<b>53</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Matrik Kinerja Struktur .....	9
Tabel 5.1	Dimensi Balok-Kolom Struktur 4-lantai .....	16
Tabel 5.2	Dimensi Balok-Kolom Struktur 8-lantai .....	16
Tabel 5.3	Dimensi Balok-Kolom Struktur 12-lantai .....	17
Tabel 5.4	Matriks Kinerja Struktur Berdasarkan <i>Drift</i> .....	36
Tabel 5.5	Matriks Kinerja Struktur Berdasarkan <i>Damage Index</i> pada Balok .....	37
Tabel 5.6	Matriks Kinerja Struktur Berdasarkan <i>Damage Index</i> pada Kolom .....	37

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Side Sway Mechanism .....	2
Gambar 1.2	Radius Cut RBS Moment Connection dan Tapered Cut RBS Moment Connection .....	3
Gambar 1.3	Geometri dari Radius Cut RBS Moment Connection .....	3
Gambar 2.1	Geometri RBS Berdasarkan AISC 358-05 .....	4
Gambar 2.2	Diagram <i>Freebody</i> untuk Menentukan Nilai $V_{RBS}$ .....	5
Gambar 2.3	Diagram <i>Freebody</i> untuk Menentukan nilai $M_f$ .....	6
Gambar 4.1	Diagram Alir Metodologi Penelitian .....	11
Gambar 4.2	Respons Spektrum Gempa Rencana .....	12
Gambar 4.3	Denah Bangunan 4-, 8- dan 12-Lantai .....	13
Gambar 4.4	Spesifikasi RBS yang Digunakan .....	14
Gambar 5.1	<i>Displacement</i> dan <i>Drift</i> Bangunan 4-lantai .....	18
Gambar 5.2	<i>Displacement</i> dan <i>Drift</i> Bangunan 8-lantai .....	19
Gambar 5.3	<i>Displacement</i> dan <i>Drift</i> Bangunan 12-lantai .....	20
Gambar 5.4	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Pushover</i> untuk Bangunan 4-lantai pada Portal Eksterior 100 Tahun .....	21
Gambar 5.5	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Time History</i> untuk Bangunan 4-lantai pada Portal Eksterior 100 Tahun .....	21
Gambar 5.6	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Pushover</i> untuk Bangunan 4-lantai pada Portal Interior 100 Tahun .....	22
Gambar 5.7	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Time History</i> untuk Bangunan 4-lantai pada Portal Interior 100 Tahun .....	22
Gambar 5.8	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Pushover</i> untuk Bangunan 4-lantai pada Portal Eksterior 500 Tahun .....	23
Gambar 5.9	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Time History</i> untuk Bangunan 4-lantai pada Portal Eksterior 500 Tahun .....	23
Gambar 5.10	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Pushover</i> untuk Bangunan 4-lantai pada Portal Interior 500 Tahun .....	24
Gambar 5.11	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Time History</i> untuk Bangunan 4-lantai pada Portal Interior 500 Tahun .....	24
Gambar 5.12	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Pushover</i> untuk Bangunan 4-lantai pada Portal Eksterior 1000 Tahun .....	25
Gambar 5.13	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Time History</i> untuk Bangunan 4-lantai pada Portal Eksterior 1000 Tahun .....	25
Gambar 5.14	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis	

	<i>Pushover</i> untuk Bangunan 4-lantai pada Portal Interior 1000 Tahun .....	26
Gambar 5.15	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Time History</i> untuk Bangunan 4-lantai pada Portal Interior 1000 Tahun .....	26
Gambar 5.16	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Pushover</i> untuk Bangunan 8-lantai pada Portal Eksterior 100 Tahun .....	27
Gambar 5.17	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Time History</i> untuk Bangunan 8-lantai pada Portal Eksterior 100 Tahun .....	27
Gambar 5.18	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Pushover</i> untuk Bangunan 8-lantai pada Portal Interior 100 Tahun .....	28
Gambar 5.19	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Time History</i> untuk Bangunan 8-lantai pada Portal Interior 100 Tahun .....	28
Gambar 5.20	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Pushover</i> untuk Bangunan 8-lantai pada Portal Eksterior 500 Tahun .....	29
Gambar 5.21	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Time History</i> untuk Bangunan 8-lantai pada Portal Eksterior 500 Tahun .....	29
Gambar 5.22	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Pushover</i> untuk Bangunan 8-lantai pada Portal Interior 500 Tahun .....	30
Gambar 5.23	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Time History</i> untuk Bangunan 8-lantai pada Portal Interior 500 Tahun .....	30
Gambar 5.24	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Pushover</i> untuk Bangunan 8-lantai pada Portal Eksterior 1000 Tahun .....	31
Gambar 5.25	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Time History</i> untuk Bangunan 8-lantai pada Portal Eksterior 1000 Tahun .....	31
Gambar 5.26	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Pushover</i> untuk Bangunan 8-lantai pada Portal Interior 1000 Tahun .....	32
Gambar 5.27	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Time History</i> untuk Bangunan 8-lantai pada Portal Interior 1000 Tahun .....	32
Gambar 5.28	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Pushover</i> untuk Bangunan 12-lantai pada Portal Eksterior 100 Tahun .....	33
Gambar 5.29	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Pushover</i> untuk Bangunan 12-lantai pada Portal Interior 100 Tahun .....	33
Gambar 5.30	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis	

	<i>Pushover</i> untuk Bangunan 12-lantai pada Portal Eksterior 500 Tahun .....	34
Gambar 5.31	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Pushover</i> untuk Bangunan 12-lantai pada Portal Interior 500 Tahun .....	34
Gambar 5.32	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Pushover</i> untuk Bangunan 12-lantai pada Portal Eksterior 1000 Tahun .....	35
Gambar 5.33	Lokasi Terjadinya Sendi Plastis dari Hasil Analisis <i>Pushover</i> untuk Bangunan 12-lantai pada Portal Interior 1000 Tahun .....	35