



MILIK PERPUSTAKAAN  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

Diterima : 13 MAR 2008

Inventarisasi : 1251/TS/Hd.03/2008

Klasifikasi : Rf 693.71 And 08

Subyek : steel construction



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

Program Studi Teknik Sipil

**SISTEM GANDA PADA STRUKTUR BAJA DENGAN  
RANGKA BRESING EKSENTRIK SEBAGAI PENAHAN  
GAYA LATERAL AKIBAT GEMPA**

Laporan Tugas Akhir  
Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana dari  
Universitas Atma Jaya Yogyakarta

Oleh :  
ANDY PRABOWO  
NPM. : 04 02 11816



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA, FEBRUARI 2008**

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

**SISTEM GANDA PADA STRUKTUR BAJA DENGAN  
RANGKA BRESING EKSENTRIK SEBAGAI PENAHAN  
GAYA LATERAL AKIBAT GEMPA**

Oleh:

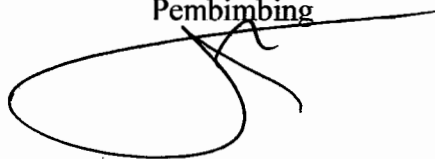
ANDY PRABOWO

NPM. : 04 02 11816

Telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta, Februari 2008

Pembimbing



(Ir. FX. Junaedi Utomo, M. Eng.)

Disahkan oleh

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



FAKULTAS  
TEKNIK

(Ir. FX. Junaedi Utomo, M. Eng.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

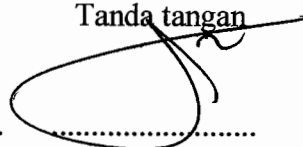
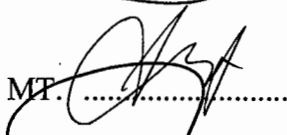

**SISTEM GANDA PADA STRUKTUR BAJA DENGAN  
RANGKA BRESING EKSENTRIK SEBAGAI PENAHAN  
GAYA LATERAL AKIBAT GEMPA**

Oleh :

ANDY PRABOWO

NPM : 04.02.11816

Telah diuji dan disetujui oleh penguji

Nama dosen	Tanda tangan	Tanggal
Ketua : Ir. FX. Junaedi Utomo, M. Eng.		5/3/08
Sekretaris: Angelina Eva Lianasari, ST., MT.		6/3 - 08
Anggota : Ir. G. Adjie Wuryantoro		8/3 - 08

## KATA HANTAR

Puji dan syukur atas rahmat kasih Tuhan, sehingga penyusun dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan lancar dan baik.

Adapun tujuan penyusunan tugas akhir ini adalah untuk memenuhi salah satu syarat yudisium dalam mencapai tingkat kesarjanaan pada Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Sipil, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Tugas akhir ini membahas perilaku sistem ganda pada struktur baja dengan rangka bresing eksentrik terhadap beban gempa dan perancangan sistem ganda yang dimaksud dengan menggunakan *capacity design*. Analisis strukturnya menggunakan bantuan *software ETABS non linear* versi 9.0.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini tidak mungkin selesai tanpa bantuan yang telah diberikan oleh berbagai pihak. Jadi dalam kesempatan ini, penyusun ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah banyak membantu penyusunan Tugas Akhir ini, antara lain :

1. Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Ir. Junaedi Utomo, M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta sekaligus sebagai dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, pengetahuan, saran serta motivasi selama penyusunan tugas akhir ini.
3. Ir. Haryanto YW., MT. Selaku Ketua Program Kekhususan Struktur yang telah banyak memberi masukan dan pemecahan masalah yang berkenaan dengan analisis struktur dengan komputer.
4. Mama dan nenek tercinta yang selalu memberikan nasihat, motivasi, perhatian, kasih, dan doa demi kesuksesan penyusun.
5. Semua pihak di Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan kesempatan kepada penyusun sehingga penyusun boleh merasakan bangku pendidikan tinggi di universitas melalui Program Seleksi Siswa Berprestasinya.

6. Para dosen teknik sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan banyak ilmu, pengalaman, dan dukungan kepada penyusun sehingga penyusun dapat menyelesaikan studi jenjang sarjana ini.
7. Keluarga Andri Yanuar dan Keluarga Bapak Tjandra Tedja yang telah memberi dukungan baik moril maupun materiil selama penyusun menyelesaikan studi di universitas.
8. Sahabat-sahabat terbaikku, Yohan, Mick, dan Eci yang selalu memberikan doa, dukungan, dorongan, dan semangat agar tugas akhir ini cepat selesai.
9. Teman-teman seperjuanganku Fajar, Dian, Sally, dan Usman Wijaya, Richard, Bayu, Andri, Anton, Adit, Nina, Ika, Novi, Hendri, Ci Sisca, Ci Ari, Mbak Dian Linggar, Ganjur, Suster Pasifika, Roy, Felix, Yanto, Herry, Bondan, A Heng, dan Hanzen yang telah memberikan dukungan baik selama kuliah maupun penyusunan tugas akhir ini.
10. Semua staf dan teman-teman di Kantor Admisi Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah memberikan dukungan kepada penyusun selama belajar di Atma Jaya.
11. Semua pihak yang tidak bisa penyusun sebutkan satu per satu yang telah membantu dalam penyusunan tugas akhir ini.

Penyusun menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari sempurna. Oleh karena itu saran dan kritik yang bersifat membangun sangat penyusun harapkan demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Penyusun berharap semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi semua pihak yang memerlukannya.

Yogyakarta, Februari 2008

Penyusun,

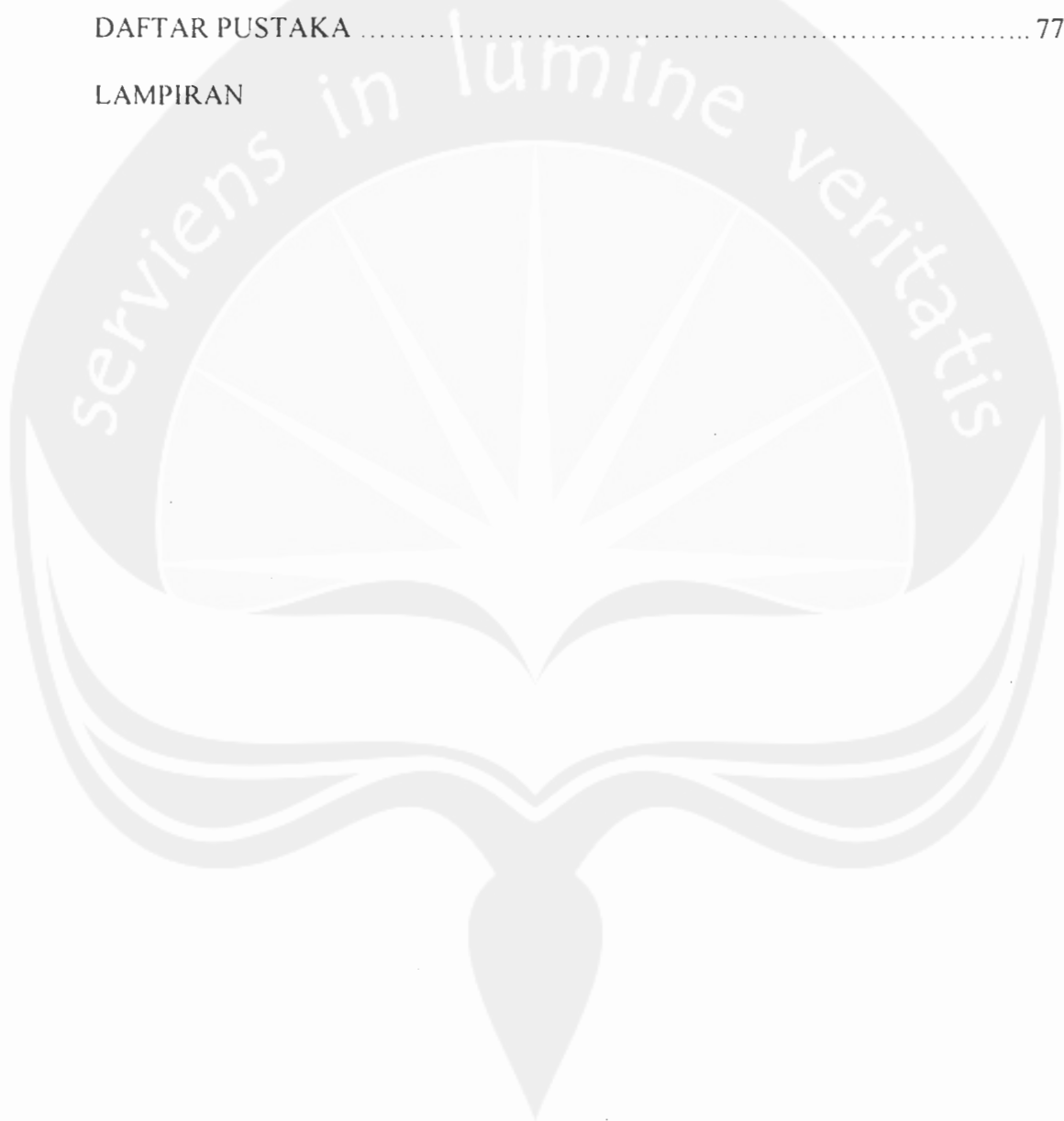
Andy Prabowo

NPM : 04. 02. 11816

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
KATA HANTAR .....	iv
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR TABEL .....	viii
DAFTAR GAMBAR .....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
DAFTAR NOTASI .....	xii
INTISARI .....	xiv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Perumusan Masalah .....	2
1.3 Batasan Masalah .....	2
1.4 Keaslian Tugas Akhir .....	3
1.5 Tujuan dan Manfaat Tugas Akhir .....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	4
2.1 Sistem Rangka Penikul Momen Khusus .....	4
2.2 Sistem Rangka Bresing Eksentrik .....	5
2.3 Sistem Ganda .....	6
BAB III LANDASAN TEORI .....	11
3.1 Parameter Desain Beban Gempa .....	11
3.2 Kombinasi Beban .....	16
3.3 Konsep Perancangan Kapasitas ( <i>Capacity Design</i> ) Pada Sistem Ganda Dengan Rangka Bresing Eksentrik .....	19
BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN .....	24
4.1 Deskripsi Bangunan Rencana .....	24
4.2 Pemodelan Struktur .....	24
4.3 Data Beban Tetap dan Massa Bangunan .....	29
4.4 Analisis Beban Gempa .....	32
4.4.1 Perhitungan beban gempa .....	33
4.4.2 Kriteria penerimaan struktur .....	35
4.5 Interaksi Kekuatan SRPMK dan SRBE .....	39
BAB V PERANCANGAN STRUKTUR BAJA .....	45
5.1 Perancangan Sistem Rangka Bresing Eksentrik .....	47
5.1.1 Perancangan balok link .....	48
5.1.2 Perancangan balok di luar balok link ( <i>beam outside link</i> ) .....	50
5.1.3 Perancangan bresing .....	53
5.1.4 Perancangan kolom .....	56

5.2 Perancangan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus .....	63
5.2.1 Perancangan balok .....	63
5.2.2 Perancangan kolom .....	66
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>74</b>
6.1 Kesimpulan .....	74
6.2 Saran .....	76
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>77</b>
<b>LAMPIRAN</b>	





## DAFTAR TABEL

No. Urut	No. Tabel	Nama Tabel	Hal
1	3.1	Kombinasi Pembebanan yang Digunakan	18
2	4.1	Data Profil Baja Terpakai	29
3	4.2	Berat Bangunan dan Gaya Gempa Tiap Lantai	34
4	4.3	Perpindahan Tiap Lantai Akibat Beban Gempa Arah X	34
5	4.4	Perpindahan Tiap Lantai Akibat Beban Gempa Arah Y	35
6	4.5	Analisis Kinerja Batas Layan Arah X	36
7	4.6	Analisis Kinerja Batas Layan Arah Y	36
8	4.7	Analisis Kinerja Batas Ultimit Arah X	37
9	4.8	Analisis Kinerja Batas Ultimit Arah Y	37
10	4.9	Pembatasan Simpangan Antar Lantai NEHRP 2003 (sumbu x)	38
11	4.10	Pembatasan Simpangan Antar Lantai NEHRP 2003 (sumbu y)	38
12	4.11	Pemeriksaan <i>Torsional Irregularity</i> (sumbu x)	39
13	4.12	Pemeriksaan <i>Torsional Irregularity</i> (sumbu y)	39
14	4.13	Jumlah Gaya Geser Kolom pada SRPMK (kN)	40
15	4.14	Jumlah Gaya Geser pada SRBE (kN)	41
16	4.15	Persentase Gaya Geser yang Dipikul oleh SRPMK dan SRBE	42
17	5.1	Pengecekan Penampang Balok	45
18	5.2	Pengecekan Penampang Kolom	46
19	5.3	Pengecekan Penampang Bresing	46
20	5.4	Perhitungan Sudut Rotasi Balok Link	48
21	5.5	Perhitungan Eksentrisitas Maksimal	49
22	5.6	Kontrol Tegangan di Balok di Luar Link	53
23	5.7	Kontrol Tegangan pada Bresing	55
24	5.8	Kontrol Tegangan pada Bresing Setelah Profil Diganti	55
25	5.9	Perhitungan Amplifikasi untuk Momen Akibat Beban Gempa	58
26	5.10	Perhitungan Pemindahan Gaya Geser dari Balok Link ke Kolom (kN)	62
27	5.11	Perhitungan <i>Capacity Design</i> Kolom SRBE as 3A (kN)	62
28	5.12	Pemeriksaan Momen Ultimit pada Balok SRPMK Portal A (kNm)	65
29	5.13	Pemeriksaan Gaya Geser pada Balok SRPMK Portal A (kN)	65
30	5.14	Pemindahan Gaya Geser Balok SPMK ke Kolom SRPMK (kN)	72

31	5.15	Pemeriksaan Gaya Aksial pada Kolom SRPMK (kN)	72
32	5.16	Pemeriksaan <i>Strong Coloumn Weak Beam</i>	73



## DAFTAR GAMBAR

No. Urut	No. Gambar	Nama Gambar	Hal
1	2.1	Bentuk-Bentuk SRBE	5
2	2.2	Grafik Gaya Geser Tiap Lantai pada Sistem Ganda Dengan Rangka Bresing Eksentrik	9
3	2.3	Kurva Histeresis Balok Link yang Dibebani Geser	10
4	3.1	Grafik Respons Spektrum Gempa Rencana UBC 1997	13
5	3.2	Grafik Respons Spektrum Gempa Rencana SNI 03-1726-2002	13
6	3.3	Diagram Beban-Simpangan ( $V-\delta$ ) Struktur Gedung Menurut SNI 03-1726-2002	15
7	3.4	Diagram Beban-Simpangan ( $V-\delta$ ) Struktur Gedung Menurut NEHRP 2003	16
8	3.5 (a)	Kontribusi Momen yang Diberikan Dinding dan Rangka	19
9	3.5 (b)	Kontribusi Gaya Geser yang Diberikan Dinding dan Rangka	19
10	3.6	Respon Struktur Sistem Ganda terhadap Beban Lateral	22
11	4.1	Denah Bangunan Tipikal (mm)	25
12	4.2	Portal 1 dan 8	25
13	4.3	Portal A dan D	26
14	4.4	Portal B dan C	27
15	4.5	Portal 2, 3, 4, 5, 6, dan 7	27
16	4.6	Mendefinisikan Massa Bangunan di ETABS	31
17	4.7	Kontribusi Gaya Geser antara SRPMK dan SRBE pada Sistem Ganda	41
18	4.8	Kontribusi Momen Guling antara SRPMK dan SRBE pada Sistem Ganda	41
19	4.9	Kontrol Tegangan pada Portal As A Akibat 25% Beban Gempa	44
20	5.1	Portal A yang Dirancang	47

## DAFTAR LAMPIRAN

No. Urut	Lampiran
1	Gaya-Gaya Geser Akibat Beban Gempa
2	Tabel Parameter Desain Beban Gempa NEHRP 2003
3	Pasal 1-6 SNI 03-1726-2002
4	Pasal 7,8, dan 15 SNI 03-1729-2002



## DAFTAR NOTASI

No. Urut	Notasi	Arti
1	$A_g$	Luas penampang bruto ( $\text{mm}^2$ )
2	$A$	Luas penampang profil ( $\text{mm}^2$ )
3	$b$	Lebar penampang profil (mm)
4	$C_u$ dan $C_v$	Koefisien percepatan gempa
5	$C_d$	Faktor pengali simpangan elastis
6	$d$	Tinggi penampang profil (mm)
7	$d_b$	Tinggi bruto penampang balok (mm)
8	$e$	Panjang balok link (m)
9	$E$	Modulus elastisitas baja (MPa)
10	$f_r$	Tegangan sisa (MPa)
11	$f_y$	Tegangan leleh baja (MPa)
12	$f_u$	Tegangan putus baja (MPa)
13	$h$	Ketinggian antar lantai (mm)
14	$I$	Faktor keutamaan gedung
15	$I_w$	Konstanta pilin ( $\text{mm}^9$ )
16	$I_x$	Momen inersia penampang di sumbu x ( $\text{mm}^4$ )
17	$I_y$	Momen inersia penampang di sumbu y ( $\text{mm}^4$ )
18	$J$	Konstanta torsi ( $\text{mm}^4$ )
19	$M_p$	Kapasitas momen plastis profil (kNm)
20	$\Sigma M'_{rc}$	Jumlah momen-momen kolom di bawah dan di atas sambungan pada pertemuan antara as kolom dan as balok (kNm)
21	$\Sigma M'_{pb}$	Jumlah momen-momen balok-balok pada pertemuan as balok dan as kolom (kNm)
22	$M_u$	Momen ultimit terfaktor (kNm)
23	$M_y$	Momen tambahan akibat amplifikasi gaya geser dari lokasi sendi plastis ke as kolom (kNm)
24	$n$	Jumlah lantai
25	$N_u$	Gaya aksial tekan terfaktor (kN)
26	$N_{uc}$	Gaya aksial terfaktor pada kolom (kN)
27	$N_y$	Gaya aksial yang menyebabkan kolom mengalami tegangan leleh (kN)
28	$r$	Jari-jari sudut (mm)
29	$r_x$	Radius girasi di sumbu x (mm)
30	$r_y$	Radius girasi di sumbu y (mm)
31	$R$	Faktor reduksi beban gempa
32	$R_y$	Faktor modifikasi tegangan leleh baja
33	$S_E$	Kekuatan yang diperlukan oleh suatu elemen dalam menahan beban lateral
34	$S_x$	Modulus elastis penampang di sumbu x ( $\text{mm}^3$ )

No. Urut	Notasi	Arti
35	$S_y$	Modulus elastis penampang di sumbu y ( $\text{mm}^3$ )
36	$T$	Waktu getar struktur gedung (detik)
37	$t_f$	Tebal sayap profil (mm)
38	$t_w$	Tebal badan profil (mm)
39	$I$	Beban gempa nominal dasar
40	$V_n$	Kuat geser nominal penampang (kN)
41	$V_p$	Kuat geser plastis profil (kN)
42	$V_u$	Kuat geser ultimit terfaktor (kN)
43	$W_t$	Berat total bangunan (kN)
44	$Z_x$	Modulus plastis penampang di sumbu x ( $\text{mm}^3$ )
45	$Z_c$	Modulus plastis pada kolom ( $\text{mm}^3$ )
46	$Z_y$	Modulus plastis penampang di sumbu y ( $\text{mm}^3$ )
47	$\delta_x$	Simpangan inelastis antar lantai (mm)
48	$\delta_e$	Simpangan elastis antar lantai (mm)
49	$\phi_o$	<i>overstrength factor</i>
50	$\phi_b$	Faktor reduksi momen lentur
51	$\phi_c$	Faktor reduksi gaya aksial
52	$\gamma_p$	Sudut rotasi balok link (radian)
53	$\lambda$	Faktor kelangsingan batang
54	$\theta$	Sudut antara bresing dengan balok di luar link (derajat)
55	$\omega$	Faktor pembesar dinamik yang dihitung dari penyimpangan kekuatan yang diperlukan saat batang dilindungi oleh respon gempa inelastik terhadap keperluan akibat respon elastik

## INTISARI

**SISTEM GANDA PADA STRUKTUR BAJA DENGAN RANGKA BRESING EKSENTRIK SEBAGAI PENAHAN GAYA LATERAL AKIBAT GEMPA, NPM : 04.02.11816, tahun 2008, PPS Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.**

Dalam perencanaan struktur baja tahan gempa dikenal beberapa tipe struktur sebagai pemikul beban gempa seperti Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK), Sistem Rangka Bresing Konsentrik (SRBK), dan Sistem Rangka Bresing Eksentrik (SRBE). Gabungan dari beberapa tipe struktur tersebut menghasilkan sistem baru yang dikenal sebagai sistem ganda dimungkinkan dalam perencanaan.

Sistem ganda pada struktur gedung dalam tugas akhir ini menggunakan gabungan antara SRPMK dan SRBE. Kontribusi antara SRPMK dan SRBE pada setiap lantai dalam memikul beban gempa sampai pada perancangan *capacity design* pada sistem ganda yang digunakan merupakan masalah yang dibahas dalam tugas akhir.

Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan *software* ETABS *non linear* versi 9.0. Struktur gedung yang dimodelkan terbuat dari struktur baja dengan bentuk simetris dan tipikal tiap lantai. Struktur gedung termasuk kategori struktur beraturan dan berada di wilayah gempa 6 dengan jenis tanah lunak. Analisis beban gempa yang dilakukan menggunakan analisis statik ekuivalen. Konsep perencanaan struktur tahan gempa yang digunakan berdasarkan SNI 03-1726-2002 dan SNI 03-1729-2002 serta ditambah beberapa peraturan luar negeri seperti NEHRP 2003 dan FEMA 451. Untuk perencanaan struktur baja menggunakan SNI 03-1729-2002.

Dari hasil analisis struktur, pada lantai 1-7 SRBE memikul beban gempa lebih dari 70%. Persentase terbesar dalam memikul beban gempa terdapat pada SRBE lantai ke-2 yaitu sebesar 89,01%. Persentase terkecil terdapat pada SRBE lantai ke-9 yaitu sebesar 70,78%. Untuk lantai teratas SRBE hanya memikul beban gempa sebesar 44,03%. Interaksi yang terjadi antara SRPMK dan SRBE tidak menimbulkan adanya gaya geser negatif dan momen positif di lantai-lantai teratas seperti yang terjadi pada sistem ganda dengan dinding struktur. Dari hasil analisis tersebut, struktur dirancang menggunakan konsep *capacity design*. Sendi plastis geser jatuh pada balok link SRBE sedangkan sendi plastis momen jatuh pada balok SRPMK.

**Kata kunci:** SRPMK, SRBE, sistem ganda



UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

Program Studi Teknik Sipil

iv