

**PENGGUNAAN *DEEP BEAM* DAN *DEEP COLUMN* PADA RANGKA  
PEMIKUL MOMEN KHUSUS DENGAN SAMBUNGAN RBS**

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

Oleh :

**STEFANUS ATYANTO NANDIWARDHANA**  
NPM. : 08 02 13081



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA, 2012**

**PENGUNAAN *DEEP BEAM* DAN *DEEP COLUMN* PADA RANGKA  
PEMIKUL MOMEN KHUSUS DENGAN SAMBUNGAN RBS**

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

Oleh :

**STEFANUS ATYANTO NANDIWARDHANA**  
NPM. : 08 02 13081



**PROGRAM STUDI TEKNIK SIPIL  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ATMA JAYA YOGYAKARTA  
YOGYAKARTA, 2012**

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa Tugas Akhir dengan judul:

### **PENGGUNAAN *DEEP BEAM* DAN *DEEP COLUMN* PADA RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DENGAN SAMBUNGAN RBS**

benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri dan bukan merupakan hasil plagiasi dari karya orang lain. Ide, data hasil penelitian maupun kutipan baik langsung maupun tidak langsung yang bersumber dari tulisan atau ide orang lain dinyatakan secara tertulis dalam Tugas Akhir ini. Apabila terbukti dikemudian hari bahwa Tugas Akhir ini merupakan hasil plagiasi, maka ijazah yang saya peroleh dinyatakan batal dan akan saya kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 18 Januari 2012

Yang membuat pernyataan,



(STEFANUS ATYANTO N.)

**PENGESAHAN**

Laporan Tugas Akhir

**PENGGUNAAN DEEP BEAM DAN DEEP COLUMN PADA RANGKA  
PEMIKUL MOMEN KHUSUS DENGAN SAMBUNGAN RBS**

Oleh :

STEFANUS ATYANTO NANDIWARDHANA

NPM. : 08 02 13081

telah disetujui oleh Pembimbing  
Yogyakarta, .....*6/2/12*.....

Pembimbing

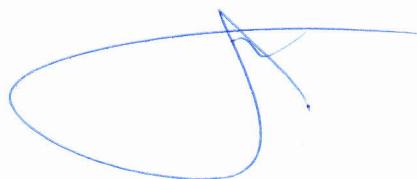


(Ir. Junaedi Utomo, M.Eng.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(Ir. Junaedi Utomo, M.Eng.)

**PENGESAHAN**

Laporan Tugas Akhir

**PENGGUNAAN DEEP BEAM DAN DEEP COLUMN PADA RANGKA  
PEMIKUL MOMEN KHUSUS DENGAN SAMBUNGAN RBS**

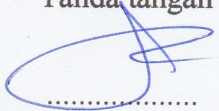

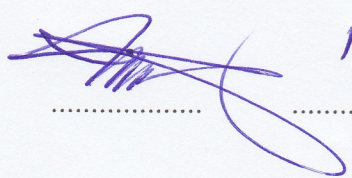


Oleh :

**STEFANUS ATYANTO NANDIWARDHANA**

NPM : 08 02 13081

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama	Tanda tangan	Tanggal
Ketua : Ir. Junaedi Utomo, M. Eng.	 .....	5/2/12 .....
Sekretaris : Angelina Eva Lianasari, S.T.,M.T.	 .....	14/2-2012 .....
Anggota : Ir. J. Tri Hatmoko, M.Sc.	 .....	13/2/12 .....

Education would be much more effective if its purpose was to ensure that by the time they leave school every boy and girl should know how much they do not know, and be imbued with a lifelong desire to know it.

**~William Haley**

Education is an ornament in prosperity and a refuge in adversity.

**~Aristotle**

Desire is the key to motivation, but it's determination and commitment to an unrelenting pursuit of the goal—a commitment to excellence—that will enable you to attain the success you seek.

**~Mario Andretti**

Suwalike malah kebak pengarep-arep lan kuwawa nampani apa bae kang gumelar ing salumahe jagad iki

Sabar iku lire momot kuwat nandhang sakehing coba lan pandhadharaning ngaurip

***Tugas Akhir ini aku persembahkan untuk***

***Tuhan Yesus Kristus***

***Bapak Ibuku, adik dan teman-temanku***

***Sungguh Besar KuasaMu Tuhan!!!***

***Menciptakan Orang-orang seperti mereka***

## **KATA HANTAR**

Puji dan Syukur penulis sampaikan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan kasihnya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Adapun tujuan penulisan Tugas Akhir dengan judul “**PENGGUNAAN DEEP BEAM DAN DEEP COLUMN PADA RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DENGAN SAMBUNGAN RBS**” adalah untuk melengkapi syarat untuk menyelesaikan jenjang pendidikan tinggi Program Strata-1 (S-1) di Fakultas Teknik Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Harapan penulis adalah, melalui Tugas Akhir ini semakin menambah dan memperdalam ilmu pengetahuan dalam bidang Teknik Sipil baik oleh penulis maupun pihak lain.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini tidak mungkin dapat diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan Tugas Akhir ini, antara lain :

1. Bapak Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M. Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak Ir. FX. Junaedi Utomo, M.Eng., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya sekaligus sebagai dosen pembimbing yang telah dengan sabar meluangkan waktu untuk memberi petunjuk dan membimbing penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

3. Ir. Haryanto YW., M.T., selaku Ketua Program Kekhususan Struktur yang telah mengajarkan penulis tentang kedisiplinan.
4. Para dosen di Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan membagikan ilmu kepada penulis.
5. Keluarga tercinta, Bapak, Ibu, serta adikku retno, yang selalu memberi dukungan doa, kasih, perhatian, dan semangat kepada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Meida Iswardhany, yang dengan sabar telah memberikan dukungan kepada penulis berupa kasih dan doa, serta motivasi, sehingga Tugas Akhir ini dapat diselesaikan.
7. Sahabat-sahabat terbaikku, Didit, Boyo, Yudit, dan Domi yang selalu memberikan doa, dukungan, dorongan, motivasi, dan semangat kepada penulis.
8. Teman-teman seperjuanganku Sekar, Nimin, Inno, Cukong, Agnes, Sherly, Echa, Hastu, Edric, unik, dias, Victor, William, Riono, berti, Ferdi, Aven, Rony, Echon, Paska, Hatem, Talita, Krisna, Heru, Marthin, Bram, Fajar, dan Paul yang telah memberikan dukungan kepada penulis.
9. Teman-teman KKN Tematik Kewirausahaan Gilangharjo I dan II, khususnya Arin, Mamba, dan Pipin, serta Mbak Agnes, vivi, dan Tia yang telah memberikan doa dan dukungan kepada penulis.
10. Teman-teman pengurus HMS UAJY yang telah memberikan dukungan dan motivasi kepada penulis.



11. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan tugas akhir ini.

Yogyakarta, Januari 2012

STEFANUS ATYANTO NANDIWARDHANA  
NPM : 08 02 13081

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>PERNYATAAN</b> .....	ii
<b>PENGESAHAN</b> .....	iii
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	v
<b>KATA HANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xv
<b>INTISARI</b> .....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1. Latar Belakang Masalah.....	2
1.2. Perumusan Masalah .....	3
1.3. Batasan Masalah.....	3
1.4. Keaslian Tugas Akhir.....	4
1.5. Tujuan Tugas Akhir .....	4
1.6. Manfaat Tugas Akhir .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
2.1. Rangka Pemikul Momen Khusus.....	5
2.2. <i>Deep Beam</i> dan <i>Deep Column</i> .....	6
2.3. Sambungan RBS ( <i>Reduced Beam Section</i> ).....	9
<b>BAB III LANDASAN TEORI</b> .....	11
3.1. Konsep Desain Kapasitas pada Rangka Pemikul Momen Khusus	11
3.2. Interaksi Geser-Momen pada Sambungan .....	13
3.3. Konsep Perancangan Sambungan RBS dengan <i>Truss Analogy</i> <i>Model</i> .....	17
3.4. Prosedur Perancangan Sambungan RBS.....	20
3.5. Konsep Desain Kapasitas pada Bresing Eksentris .....	24
3.6. Kombinasi Beban .....	24
<b>BAB IV ANALISIS DAN PEMBAHASAN</b> .....	26
4.1. Data Struktur dan Pembebanan .....	26
4.2. Pemodelan Bangunan Rencana .....	28
4.3. Beban-beban yang bekerja pada struktur .....	33
4.3.1. Beban yang bekerja pada pelat lantai.....	33
4.3.2. Beban yang bekerja pada pelat Atap dan Dinding.....	34
4.4. Perhitungan Beban Gempa.....	35
4.5. Kinerja Struktur Gedung .....	40
4.5.1. Kinerja Batas Layan.....	40

4.5.2. Kinerja Batas Ultimit .....	43
4.6. Analisis Efek-Delta .....	45
<b>BAB V PERANCANGAN SAMBUNGAN RBS .....</b>	<b>47</b>
5.1. Kontrol Disain kapasitas pada Sistem Rangka Bresing Eksentrik .....	47
5.1.1. Pemeriksaan Kekuatan Balok Link .....	54
5.1.2. Pemeriksaan Kekuatan Balok diluar balok link .....	57
5.1.3. Pemeriksaan Kekuatan Bresing.....	61
5.1.4. Pemeriksaan Kekuatan Kolom .....	67
5.2. Perancangan Balok, Kolom, dan Sambungan pada SRPMK.....	74
5.2.1. Pemeriksaan Kekuatan Balok .....	76
5.2.2. Pemeriksaan Kekuatan Kolom SRPMK .....	80
5.2.3. Pemeriksaan Interaksi Geser-Momen dan Perancangan Sambungan RBS .....	85
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>98</b>
6.1. Kesimpulan .....	98
6.2. Saran .....	99
<b>DAFTAR PUSTKA.....</b>	<b>101</b>

## DAFTAR TABEL

NO	NAMA TABEL	HALAMAN
3.1	Ketentuan dan Batasan pada Sambungan RBS	22
4.1	Gaya Gempa arah X dan Perpindahan yang terjadi	39
4.2	Gaya Gempa arah X dan Perpindahan yang terjadi	40
4.3	Analisis Kinerja Batas Layan Arah X	41
4.4	Analisis Kinerja Batas Layan Arah Y	42
4.5	Analisis Kinerja batas ultimit arah X	43
4.6	Analisis Kinerja batas ultimit arah Y	45
5.1	Kontrol elemen balok pada As A terhadap tekuk lokal ( <i>flange</i> )	48
5.2	Kontrol elemen balok pada As A terhadap tekuk lokal ( <i>web</i> )	49
5.3	Kontrol elemen kolom pada As A terhadap tekuk lokal ( <i>flange</i> )	49
5.4	Kontrol elemen kolom pada As A terhadap tekuk lokal ( <i>web</i> )	50
5.5	Kontrol elemen bresing pada As A terhadap tekuk lokal	51
5.6	Parameter lebar dengan ketebalan untuk profil WF	52
5.7	Parameter lebar denganketebalan untuk profil HSS	52
5.8	Penentuan jenis penampang elemen balok pada as A ( <i>flange</i> )	52
5.9	Penentuan jenis penampang elemen balok pada as A ( <i>23b</i> )	53
5.10	Penentuan jenis penampang elemen kolom pada As A ( <i>flange</i> )	53
5.11	Penentuan jenis penampang elemen kolom pada As A	53

	(web)	
5.12	Penentuan jenis penampang elemen bresing pada As A (flange)	53
5.13	Penentuan jenis penampang elemen bresing pada As A (web)	54
5.14	Profil Balok Link terpakai (a)	56
5.15	Profil Balok Link terpakai (b)	56
5.16	Perhitungan Kekuatan Balok Link As 1A – 2A	56
5.17	Perhitungan Sudut Rotasi Balok Link As 1A – 2A	57
5.18	Momen ultimit yang terjadi pada balok diluar Balok Link	60
5.19	Kriteria Balok diluar Balok Link	60
5.20	Momen Nominam yang terjadi pada Balok diluar Balok Link	61
5.21	Profil bresing rencana (a)	65
5.22	Profil bresing rencana (b)	65
5.23	Gaya Geser dan Momen yang terjadi pada Bresing	65
5.24	Gaya Aksial yang terjadi pada Bresing	65
5.25	Pemeriksaan Kekuatan Bresing	66
5.26	Pemeriksaan Kekuatan Bresing dengan Profil Terbaru	66
5.27	Kontrol tegangan bresing	67
5.28	Gaya-gaya yang terjadi pada kolom As 2A	68
5.29	Profil kolom terpakai (a)	71
5.30	Profil kolom terpakai (b)	71
5.31	Momen Nominal kolom As 2A	71
5.32	Gaya Aksial Nominal Kolom As 2A	72
5.33	Pemeriksaan Disain Kapasitas Kolom As 2A	72
5.34	Pemeriksaan kekuatan Profil terbaru kolom As 2A	73
5.35	Kontrol elemen balok dan kolom terhadap tekuk lokal	74

	<i>(flange)</i>	
5.36	Kontrol elemen balok dan kolom terhadap tekuk lokal <i>(web)</i>	75
5.37	Penentuan jenis penampang elemen balok dan kolom <i>(flange)</i>	75
5.38	Penentuan jenis penampang elemen balok dan kolom <i>(web)</i>	76
5.39	Profil balok terpakai As A1B1 dan B1C1 (a)	76
5.40	Profil balok terpakai As A1B1 dan B1C1 (b)	76
5.41	Kriteria balok As A1B1 dan B1C1	78
5.42	Pemeriksaan kekuatan Balok As A1B1	79
5.43	Pemeriksaan kekuatan Balok As B1C1	79
5.44	Profil Kolom terpakai As B1 (a)	80
5.45	Profil Kolom terpakai As B1 (b)	80
5.46	Beban yang bekerja pada Kolom As B1	83
5.47	Momen Nominal Kolom As B1	83
5.48	Gaya Aksial Nominal Kolom As B1	84
5.49	Pemeriksaan Kekuatan Kolom As B1	84
5.50	Nilai a, b, dan c balok As A1B1 dan B1C1	89
5.51	Nilai $M_{pr}$ dan $V_{pr}$ balok As A1B1 dan B1C1	89
5.52	Nilai $\alpha$ dan $\beta$ balok As A1B1 dan B1C1	90
5.53	Interaksi Geser-Lentur balok As A1B1 dan B1C1	90
5.54	$T_d$ dan $V_d$ balok As A1B1 dan B1C1	91
5.55	$V_{RBS}$ dan $M_f$ Balok As A1B1	94
5.56	$V_{RBS}$ dan $M_f$ Balok As B1C1	95
5.57	Pemeriksaan kebutuhan Pelat menerus balok As A1B1	95
5.58	Pemeriksaan kebutuhan Pelat menerus balok As B1C1	96
5.59	Pemeriksaan disain kapasitas kolom As B1C1	96



## DAFTAR GAMBAR

NO	NAMA GAMBAR	HALAMAN
2.1	Detail Sambungan RBS	10
3.1	Sendi Plastis pada Rangka Pemikul Momen Khusus	11
3.2	Interaksi Geser-Momen untuk 13 Balok tampang W	14
3.3	Kuat lebih sendi plastis berdasarkan <i>shear link</i>	16
3.4	Arah Tegangan utama maksimum	18
3.5	Konfigurasi <i>Improved Truss Model</i> dan aliran gaya-gaya pada sambungan	18
3.6	Aplikasi <i>Truss Analogy</i> pada Sambungan RBS	29
3.7	Bagan Alir Perancangan Sambungan RBS	23
4.1	Struktur tiga dimensi bangunan rencana	27
4.2	Denah bangunan rencana	28
4.3	Portal As A dan G	29
4.4	Portal As B, C, D, E, dan F	30
4.5	Portal As 1 dan 4	31
4.6	Portal As 2 dan 3	32
4.7	Grafik Respon Spektrum Wilayah 6	36
4.8	<i>Base Shear Coefficient</i> arah x	37
4.9	<i>Base Shear Coefficient</i> arah y	38



## DAFTAR NOTASI

NOTASI	ARTI
a	Jarak dari muka kolom ke tepi jari-jari RBS (mm)
$A_g$	Luas penampang bruto ( $\text{mm}^2$ )
b	Panjang coakan RBS (mm)
c	Kedalaman coakan (mm)
$C_b$	Faktor pengali momen akibat adanya <i>Lateral Torsional Buckling</i>
$C_{pd}$	Gaya tekan pada sayap balok
$C_{pr}$	Faktor pengali momen akibat <i>strain hardening</i>
$C_w$	Konstanta <i>warping</i>
$d_b$	Tinggi balok (mm)
$d_c$	Tinggi kolom (mm)
$d_i$	Simpangan (mm)
E	Modulus elastisitas baja (MPa)
$F_u$	Tegangan putus baja (MPa)
$f_y$	Tegangan leleh baja (MPa)
h	Ketinggian profil (mm)
$I_x$	Momen inersia penampang di sumbu x ( $\text{mm}^4$ )
$I_y$	Momen inersia penampang di sumbu y ( $\text{mm}^4$ )
J	Konstanta torsi ( $\text{mm}^4$ )
L	Panjang bentang struktur (m)
$L'$	Jarak antar sendi plastik pada sambungan RBS (m)
$L_b$	Panjang efektif profil (m)
$M_f$	Momen maksimum pada muka kolom (kNm)
$M_n$	Momen nominal profil (kNm)
$M_{pe}$	Momen plastis pada balok ( $M_{pe}$ )
$M_{pr}$	Kapasitas momen plastis profil (kNm)
$M_u$	Momen ultimit terfaktor (kNm)

$N_u$	Gaya aksial terfaktor (kN)
$P_n$	Gaya aksial nominal profil (kN)
$R$	Jari-jari coakan (mm)
$r_x$	Radius girasi di sumbu x (mm)
$r_y$	Radius girasi di sumbu y (mm)
$S_x$	Modulus elastis penampang di sumbu x ( $\text{mm}^3$ )
$S_y$	Modulus elastis penampang di sumbu x ( $\text{mm}^3$ )
$t_f$	Tebal sayap profil (mm)
$t_w$	Tebal badan profil (mm)
$V_n$	Kuat Geser Nominal penampang (kN)
$V_{pr}$	Kapasitas Geser Nominal penampang (kN)
$V_u$	Kuat geser ultimit terfaktor (kN)
$Z_e$	Modulus plastis di sambungan RBS
$Z_x$	Modulus plastis penampang di sumbu x ( $\text{mm}^3$ )
$Z_y$	Modulus plastis penampang di sumbu y ( $\text{mm}^3$ )
$\alpha$	Faktor interaksi geser-momen
$\beta$	Faktor kuat lebih balok
$\gamma_p$	Sudut Rotasi Balok link
$\Sigma M^*_{pb}$	Jumlah momen-momen balok-balok pada pertemuan as balok dan as kolom (kNm)
$\Sigma M^*_{pc}$	Jumlah momen-momen kolom di bawah dan di atas sambungan pada pertemuan antara as kolom dan as balok *kNm)
$\lambda$	Rasio lebar dengan ketebalan penampang
$\phi_d$	Faktor reduksi
$\Omega_o$	Faktor kuat cadang
$\lambda_p$	Batas untuk kategori kompak
$\lambda_r$	Batas untuk kategori non kompak

## INTISARI

**PENGGUNAAN *DEEP BEAM* DAN *DEEP COLUMN* PADA RANGKA PEMIKUL MOMEN KHUSUS DENGAN SAMBUNGAN RBS, Stefanus Atyanto Nandiwardhana, NPM : 08 02 13081, tahun 2012, PPS Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.**

Penggunaan *deep column* sudah terbukti dapat mengurangi simpangan yang terjadi pada struktur rangka terbuka. Penggunaan *deep beam* juga dapat mengurangi simpangan yang terjadi pada rangka terbuka. Oleh karena itu, pada tugas akhir ini, akan digunakan *deep column* dan *deep beam* pada Rangka Pemikul Momen Khusus. Untuk memberikan perilaku inelastik pada struktur, maka akan digunakan sambungan RBS.

Untuk lebih mengurangi simpangan pada struktur, maka *deep column* akan digunakan pada bentang pendek. Tetapi AISC membatasi rasio bentang dengan kedalaman balok minimal tujuh. Diperkirakan akan terjadi interaksi geser-momen apabila rasio tersebut kurang dari tujuh. Geser ini akan mempengaruhi kapasitas momen pada balok. Peraturan saat ini, tidak memperhitungkan gaya geser, sehingga perhitungan kapasitas momen pada balok menjadi berlebihan. Maka pada perancangan perancangan ini, akan dimunculkan interaksi geser-momen dengan menggunakan *deep beam* dan *deep column* pada bentang pendek, sehingga rasio bentang dengan kedalaman balok kurang dari tujuh.

Akibat adanya interaksi geser-momen ini, perancangan sambungan mengikuti metode yang diusulkan Arlekar dan Murty (2004b) yaitu dengan metode *truss analogy model*. Metode ini akan dikombinasikan dengan perancangan Sambungan RBS pada peraturan AISC.

Bangunan rencana adalah bangunan 10 lantai, dengan total bentang arah X 36 meter, dan Y 28 meter. pada arah Y digunakan sistem Sistem Rangka Bresing Eksentrik, sedang pada arah X digunakan Rangka Pemikul Momen Khusus. Wilayah gempa adalah zona 6 dengan tanah lunak. Kemudian analisis dengan bantuan program ETABS volume 9.7. setelah dianalisis terhadap beban gempa, Struktur sudah memenuhi persyaratan sesuai dengan SNI 03-1726-2002.

Untuk perancangan sistem bresing eksentrik, elemen struktur sudah memenuhi kriteria disain kapasitas. Dari pemeriksaan adanya interaksi geser-momen pada balok, terbukti bahwa muncul interaksi geser-momen pada balok dengan rasio bentang dan kedalaman kurang dari tujuh. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan Arlekar dan Murty (2004b). Dengan memperhitungkan gaya geser yang terjadi, kapasitas momen yang terjadi pada balok jauh lebih kecil dibandingkan dengan balok yang tidak memperhitungkan gaya geser, hal ini menyebabkan sambungan pada balok kolom bisa lebih ekonomis.

Metode *truss analogy model* memang baik diaplikasikan pada balok dengan adanya interaksi geser-momen.

**Kata kunci :** SRPMK, Sambungan RBS, interaksi geser-momen, *truss analogy Model, deep beam, deep column*