

**PERANCANGAN *STEEL PLATE SHEAR WALLS* DENGAN SAMBUNGAN
*REDUCED BEAM SECTION***

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

Oleh :

YUDIT KUNTARDI
NPM : 08 02 13006



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

**PERANCANGAN *STEEL PLATE SHEAR WALLS* DENGAN SAMBUNGAN
*REDUCED BEAM SECTION***

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

Oleh :

YUDIT KUNTARDI
NPM : 08 02 13006



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

PERNYATAAN

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

PERANCANGAN *STEEL PLATE SHEAR WALLS* DENGAN SAMBUNGAN *REDUCED BEAM SECTION*

benar - benar merupakan hasil karya penulis 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 penulis peroleh dinyatakan batal dan akan penulis kembalikan kepada Rektor Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Yogyakarta, 26 Juni 2012

Yang membuat pernyataan,

 Yudit Kuntardi)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN STEEL PLATE SHEAR WALLS DENGAN SAMBUNGAN

REDUCED BEAM SECTION

Oleh :

YUDIT KUNTARDI

NPM : 08 02 13006

telah disetujui oleh Pembimbing

Yogyakarta,17-7-2012

Pembimbing



(J. Januar Sudjati, S.T., M.T.)

Disahkan oleh :

Program Studi Teknik Sipil

Ketua



(J. Januar Sudjati, S.T., M.T.)

PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir

PERANCANGAN STEEL PLATE SHEAR WALLS DENGAN SAMBUNGAN REDUCED BEAM SECTION

Oleh :

YUDIT KUNTARDI

NPM : 08 02 13006

Telah diuji dan disetujui oleh

Nama

Tanda tangan

Tanggal

Ketua : J. Januar Sudjati, S.T., M.T.



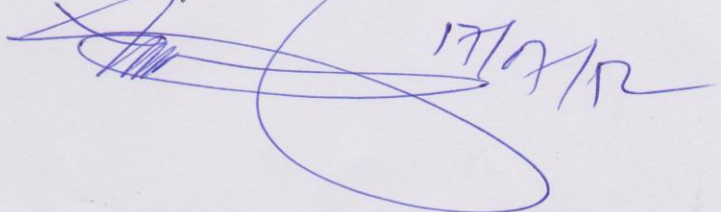
17/7-12

Anggota: Ir. Agt. Wahjono, M.T.



16/7'12

Anggota: Ir. J. Tri Hatmoko, M.Sc.



17/7/12

KATA HANTAR

Puji dan syukur penulis haturkan pada hadirat Tuhan yang Maha Esa atas berkah dan rahmatnya pada kita semua, sehingga Penulisan Tugas Akhir ini dapat dikerjakan dengan baik.

Penulisan Tugas Akhir yang berjudul “*PERANCANGAN STEEL PLATE SHEAR WALLS DENGAN SAMBUNGAN REDUCED BEAM SECTION*” adalah untuk dapat menyelesaikan jenjang pendidikan tingkat strata-1 (S-1) dalam Program Studi Teknik Sipil di Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Laporan tugas akhir ini disusun dengan harapan agar suatu saat dapat menjadi sumber ilmu baru dan memberikan wawasan yang lebih luas untuk para rekan sesama penekun bidang teknik sipil.

Dengan segala kerendahan hati, penulis sangat menyadari bahwa penulisan tugas akhir ini tidak akan bisa diselesaikan tanpa bantuan dari berbagai pihak lain. Maka, di kesempatan ini penulis ingin mengucapkan syukur dan terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu penulis baik secara langsung maupun tidak.

1. Bapak Dr. Ir. AM. Ade Lisantono, M.Eng., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Atma Jaya Yogyakarta.
2. Bapak J. Januar Sudjadi, S.T., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta sekaligus sebagai dosen pembimbing yang

telah dengan sabar memberi pengarahan untuk penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.

3. Bapak Ir. Haryanto YW., M.T., selaku Ketua Program Kekhususan Struktur yang telah mengajarkan penulis mengenai kedisiplinan dan integritas.
4. Para dosen di Program Studi Teknik Sipil Universitas Atma Jaya Yogyakarta yang telah bersedia mendidik dan membagikan ilmu kepada penulis dan rekan – rekan lainnya.
5. Papa, Mama, Kakak – kakak penulis, Vianney, Felix, Yudhis, dan adik penulis Patrik yang sudah menjadi sumber motivasi, kasih sayang, dan pencerahan. Perhatian khusus penulis berikan pada kedua orang tua yang telah memberikan penulis kesempatan untuk menuntut ilmu.
6. Sahabat – sahabat penulis, Edrick, Stefanus, Innocentius, Victor, William, Unik, Berty, Beni yang telah membantu penulis dalam sejumlah kesempatan yang tidak lagi dapat diingat semuanya.
7. Teman – teman SMA di Batam, Zulfan, Jackson, Rianto, Hayan, Felly, dan seluruh tim basket Halleluya yang selalu menjadi sumber inspirasi bagi penulis.
8. Tiga puluh dua rekan penulis sesama penerima Beswan Djarum daerah Yogyakarta, terutama untuk Rio, Erika, Jacinda, Vera, Patrick, Marcella, Hermanto, Yudi, Asiq.

9. Kesembilan rekan kerja penulis pada penggal utara KKN Tematik Code periode VII, Stefani, Kova, Putri, Hilda, Haryo, Donna, Cati, Dimas, Tiwi yang telah bekerja dengan baik bersama penulis dalam menyelenggarakan program Code.
10. Rekan – rekan seperjuangan penulis di teknik sipil, Rony, Aven, Sondang, Paul, Riono, Econ, Ridwan, Jegu, Boyo, Anga, Didit, Yoshua, Valen, Jose, Veny, Martin, Heru, Fandi, Jaya, Deni, Gimam, Radit, yang sudah menjadi sosok teman yang membuat penulis selalu ingin memotivasi diri menjadi lebih baik.
11. Seluruh rekan asisten, di Lab Ilmu Ukur Tanah dan Bahan Bangunan terutama Domi, Tami, Rudi. Tidak lupa juga untuk semua asisten pembimbing penulis serta praktikan yang penulis bimbing untuk semua hal yang bisa penulis pelajari dari setiap individu.
12. Serta seluruh teman – teman penulis yang tidak dapat disebutkan satu per satu yang telah banyak membantu penulis dalam penulisan Tugas Akhir.

Penulis menyadari bahwa penulisan Tugas Akhir ini masih jauh dari kata sempurna. Sehingga sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun dari seluruh pembaca untuk tujuan pembelajaran yang lebih baik.

Penulis sangat berharap agar penulisan Tugas Akhir ini akan berguna untuk pihak – pihak yang memerlukannya.

Yogyakarta, Juli 2012

YUDIT KUNTARDI

NPM : 08 02 13006

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERNYATAAN	ii
PENGESAHAN	iii
KATA HANTAR	v
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR NOTASI.....	xvi
INTISARI	xix
 BAB I PENDAHULUAN	 1
I.1. Latar Belakang	1
I.2. Rumusan Masalah	3
I.3. Batasan Masalah	3

I.4. Keaslian Tugas Akhir	4
I.5. Tujuan Tugas Akhir	4
I.6. Manfaat Tugas Akhir	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
II.1. <i>Steel Plate Shear Walls</i>	6
II.2. Analisis dengan metode <i>Modified Strip Model</i>	8
II.3. <i>Boundary Elements</i>	12
II.4. Bukaan pada SPSW	16
II.4.1. Prosedur Desain.....	17
II.4.2. Sambungan antar LBE	18
II.5. <i>Reduced Beam Sections</i>	19
BAB III LANDASAN TEORI	21
III.1. Desain Awal	21
III.2. Perencanaan Beban Gempa	23
III.3. Langkah – langkah desain HBE	25
III.4. Langkah – langkah desain VBE	28
III.5. Langkah – langkah desai sambungan	30
III.5.1. Sambungan <i>webplate</i> – <i>Boundary Elements</i>	30
III.5.2. Sambungan dari HBE ke VBE	31
BAB IV ANALISIS BEBAN GEMPA DAN DESAIN MULA-MULA	36
IV.1. Data bangunan	36
IV.2. Permodelan Struktur Bangunan	36
IV.3. Pembebanan Struktur	43
IV.3.1. Beban pada pelat lantai	44
IV.3.2. Beban pada pelat atap	44
IV.4. Kontrol beban gempa	45
IV.5. Penerimaan Kriteria Struktur	49
IV.5.1. Kinerja Batas Layan	49
IV.5.2. Kinerja Batas Ultimit	51
IV.5.3. Analisis Efek P- Δ	53

IV.6. Penentuan tebal <i>webplate</i> dan sudut tegangan tarik α	53
BAB V DESAIN ELEMEN STRUKTUR SHEAR PLATE SHEAR WALLS	58
V.1. <i>Horizontal Boundary Elements</i>	58
V.1.a. Pengecekan Kekompakan Profil	68
V.1.b. Pengecekan Bresing Lateral	69
V.1.c. Pengecekan Kuat Geser	69
V.1.d. Pengecekan terhadap Kombinasi beban tekan dan lentur	70
V.1.e. Pengecekan momen inersia / kekakuan	72
V.1.f. Pengecekan Ketebalan Badan Profil	72
V.2. <i>Vertical Boundary Elements</i>	75
V.2.a. Pengecekan Kekompakan Profil	86
V.2.b. Pengecekan Kuat Geser	87
V.2.c. Pengecekan terhadap Kombinasi Tekan dan Lentur	88
BAB VI PERENCANAAN SAMBUNGAN	94
VI.1. Sambungan <i>Reduced Beam Sections</i>	94
VI.2. Perencanaan sambungan <i>webplate-boundary elements</i>	101
BAB VII PERANCANGAN BUKAAN PADA SPSW	106
BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	115
VIII.1. Kesimpulan	115
VIII.2. Saran	117
DAFTAR PUSTAKA	

DAFTAR TABEL

No Tabel	Nama Tabel	Halaman
3.1.	Ketentuan dan Batasan pada Sambungan RBS	34-35
4.1.	Gaya gempa dan Perpindahan tiap lantai (arah x)	48
4.2.	Gaya gempa dan Perpindahan tiap lantai (arah y)	49
4.3.	Analisis Kinerja Batas Layan arah x	50
4.4.	Analisis Kinerja Batas Layan arah y	50
4.5.	Analisis Batas Layan Ultimit arah X	52
4.6.	Analisis Batas Layan Ultimit arah Y	52
4.7.	Kuat geser rencana per tebal pelat	55
4.8.	Tebal <i>webplate</i> yang digunakan (dengan α asumsi)	56
4.9.	Perhitungan Sudut α	56
4.10.	Tebal <i>webplate</i> yang digunakan (dengan α asumsi)	57
5.1.	Penentuan Nilai Wu dan Mu pada perancangan HBE	65
5.2.	Penentuan beban aksial pada perancangan HBE	65
5.3.	Penentuan Gaya geser pada perancangan HBE	66
5.4.	Penentuan Momen terfaktor dan pembesaran momen	66
5.5.	Penentuan Momen plastis pada sisi kiri HBE	67
5.6.	Penentuan Momen plastis pada sisi kanan HBE	67
5.7.	Gaya geser yang terjadi pada HBE.	68

5.8.	Pengecekan Kekompakan Profil HBE	73
5.9.	Pengecekan Bresing Lateral pada rangka	74
5.10.	Pengecekan Profil terhadap gaya geser.	74
5.11.	Pengecekan Profil HBE terhadap kombinasi lentur dan geser	74
5.12.	Pengecekan Profil HBE terhadap kombinasi lentur dan geser lanjutan	75
5.13.	Pengecekan kebutuhan kekakuan (inersia) profil	75
5.14.	Pengecekan ketebalan profil	75
5.15.	Data HBE yang mempengaruhi perancangan VBE lantai 7	77
5.16.	Penentuan resultante gaya tekan dan tarik yang terjadi	83
5.17.	Momen pada As VBE akibat sendi plastis HBE	84
5.18.	Penentuan M_{pr}^* dan M_{pb} adj	84
5.19.	Penentuan Momen pada VBE akibat HBE dan <i>webplate</i>	85
5.20.	Penentuan Momen terfaktor dan pembesaran momen	85
5.21.	Penentuan Gaya geser yang bekerja pada VBE	86
5.22.	Perbandingan kuat geser kolom dengan gaya geser	86
5.23.	Pengecekan kekompakan lebar tampang VBE	90
5.24.	Pengecekan kekompakan tinggi badan profil VBE	90
5.25.	Pengecekan tinggi badan profil VBE untuk menahan geser	91
5.26.	Pengecekan profil VBE dalam menahan gaya geser	91
5.27.	Pengecekan profil VBE menahan kombinasi beban lentur dan tekan (a)	92

5.28.	Pengecekan profil VBE menahan kombinasi beban lentur dan tekan (b)	92
5.29.	Pengecekan profil VBE terhadap kombinasi beban lentur dan tekan (c)	93
6.1.	Penentuan nilai a, b, dan c sambungan RBS	99
6.2.	Penentuan momen plastis dan beban geser pada pusat sambungan	99
6.3.	Perbandingan momen maksimum dengan momen plastis VBE	100
6.4.	Pengecekan kuat geser terhadap gaya geser terfaktor	100
6.5.	Penentuan kebutuhan pelat menerus	100
6.6.	Pemeriksaan rasio momen kolom disbanding momen balok	101
6.7.	Penentuan tebal pelat pengganda	102
6.8.	Penentuan profil pelat menerus	102
6.9.	Penentuan penggunaan bresing lateral	102
6.10.	Perencanaan sambungan las HBE- <i>webplate</i>	103
6.11.	Perencanaan sambungan las VBE- <i>webplate</i>	103
7.1.	Tabel penentuan sudut (α) tiap panel untuk SPSW dengan bukaan	112

DAFTAR GAMBAR

No gambar	Judul gambar	Halaman
1.1.	Perbandingan gedung di Kobe sebelum dan sesudah gempa Kobe 1995	2
2.1.	Bentuk tipikal SPSW	7
2.2.	Bentuk tipikal <i>Strip Model</i>	9
2.3.	Bentuk Tipikal <i>modified strip model</i>	10
2.4.	Kurva respons untuk perbandingan <i>modified strip model</i> dengandan tanpa <i>deterioration hinge</i> dan <i>compression strut</i> .	11
2.5.	Kurva respons untuk perbandingan <i>strip, modified model</i> terhadap pengujian asli	12
2.6.	Gaya luar dan reaksi dari komponen dasar SPSW	15
2.7.	<i>Free Body Diagram</i> akibat beban luar pada gambar 3	15
2.8.	<i>Free Body Diagram</i> dari <i>boundary elements</i> di lantai menengah	15
2.9.	FBD untuk gaya luar dan dalam pada SPSW dengan bukaan	17
2.10.	Detail Sambungan <i>Reduced Beam Section</i>	20
3.1.	Sambungan <i>webplate 1/4 inch</i> pada VBE	31
4.1.	Detail <i>Strip Method</i>	37
4.2.	As 2, 3, 4, 5, B, C, D, E	38
4.3.	As 1, 6, A, F	39
4.4.	Konfigurasi <i>Modified Strip Model</i>	40
4.5.a.	pengaturan <i>tension only strip</i>	42
4.5.b.	pengaturan <i>compression only strip</i>	42
4.6.a.	properti sendi plastis <i>Compression</i>	42

4.6.b.	properti sendi plastis <i>deterioration</i>	43
4.6.c.	properti sendi plastis <i>tension</i>	43
4.7.	Grafik Respon Spektrum Wilayah Gempa 6	46
7.1.	Model SPSW dengan bukaan pada lantai 7	108



DAFTAR NOTASI

NOTASI	DEFINISI
a	Jarak dari muka kolom ke tepi jari-jari RBS (m)
Ag	Luas penampang bruto (m ²)
B1	Faktor pembesar momen
b	Panjang coakan RBS (m)
bf	Lebar penulisp pada profil WF (m)
c	Kedalaman coakan (m)
Ca	Faktor pengali momen akibat adanya Lateral Torsional Buckling
Cm	Koefisien untuk momen yang tidak <i>uniform</i>
Cpr	Faktor pengali momen akibat strain hardening
Cv	Koefisien geser pada badan profil
d	Tinggi profil (m)
di	Ketinggian lantai diukur dari taraf penjepit lateral (m)
E	Modulus Elastisitas (kN/m ²)
Em	Resultante beban yang bekerja pada VBE
Fcr	Tegangan kritis (kN/m ²)
Fe	Tegangan tekuk elastik (kN/m ²)
Fi	Gaya geser yang terjadi pada masing - masing lantai
Fu	Tegangan putus baja (kN/m ²)
Fy	Tegangan luluh (kN/m ²)
H	Ketinggian lantai
I	Faktor Keutamaan
Ix	Momen Inersia penampang terhadap sumbu x
Iy	Momen Inersia penampang terhadap sumbu y
J	Konstanta Torsi (m ⁴)
L	Jarak bentang struktur, antar as kolom (m)

L'	Jarak antar sendi plastik pada sambungan RBS (m)
Lb	Panjang efektif profil (m)
Lcf	Panjang bersih bentang pelat baja / jarak antar muka kolom (m)
Lh	Jarak antar sendi plastis (m)
Lp	Panjang antar elemen batang primer (m)
Mc	Nilai momen pada 3/4 bentang tanpa bresing lateral, absolut (kNm)
Mpb	Jumlah momen plastis pada pertemuan kolom dan balok (kNm)
Mpe	Momen plastis pada balok (kNm)
Mpr	Kapasitas momen plastis profil (kNm)
Mpr*	Perlemahan kuat lentur pada sendi plasti akibat beban aksial pada batang (kNm)
Mr	Kuat lentur yang diperlukan (kNm)
Mu	Momen ultimit terfaktor (kNm)
Mvbe(hbe)	Momen yang terjadi pada VBE akibat beban yang dialirkan HBE (kNm)
Mvbe(web)	Momen yang terjadi pada VBE akibat beban yang dialirkan tegangan dari pelat baja (kNm)
Nu	Gaya aksial terfaktor (kN)
Pc	Kuat aksial yang tersedia (kN)
Pel	Kuat tekuk kritis elastik dari batang yang menahan beban lentur (kN)
Phbe	Beban aksial yang terjadi pada HBE (kN)
Phbe(vbe)	Beban aksial yang terjadi pada HBE akibat reaksi ujung VBE (kN)
Phbe(web)	Beban aksial yang dibutuhkan untuk menyebabkan luluh pada pelat baja (kN)
Pn	Gaya aksial nominal profil (kN)
Pr	Kuat aksial perlu (kN)
Pu	Beban aksial terfaktor (kN)
R	Faktor reduksi beban gempa

R	Jari-jari coakan (m)
Ry	Rasio dari kuat luluh yang diharapkan dengan kuat luluh minimum
rx	Radius girasi di sumbu x (m)
ry	Radius girasi di sumbu y (m)
sh	Jarak dari as kolom ke as coakan (m)
tf	Tebal penulisp profil WF (m)
Trayleigh	Waktu getar alami fundamental (detik)
tw	Tebal pelat baja (m)
tw	Tebal badan profil WF (m)
Tx	Waktu getar struktur gedung arah sumbu x (detik)
Ty	Waktu getar struktur gedung arah sumbu y (detik)
V	Beban geser akibat gempa (kN)
Vn	Kuat Geser Nominal penampang (kN)
Vu	Beban geser terfaktor (kN)
Wg	Beban gravitasi pada balok berdasarkan LRFD, diasumsi sebagai beban merata (kN/m')
Wt	Berat total bangunan (kN)
Wu	Beban merata yang terjadi pada badan balok akibat tegangan luluh pelat baja (kN/m')
Zrbs	Modulus plastis di sambungan RBS (m ³)
Zx	Modulus plastis penampang di sumbu x (m ³)
α	Sudut tegangan tarik
ΔS	Simpangan antar lantai (m)
ξ	Faktor pembesar drift pada pemeriksaan kinerja batas layan ultimit
ϕ_v	Faktor reduksi kuat geser
ϕ_c	Faktor reduksi untuk kuat tekan

INTISARI

PERANCANGAN *STEEL PLATE SHEAR WALLS* DENGAN SAMBUNGAN RBS, Yudit Kuntardi, NPM : 08 02 13006, tahun 2012, PPS Struktur, Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Atma Jaya Yogyakarta.

Pemanfaatan pelat baja sebagai dinding geser sudah gencar diaplikasikan beberapa negara maju seperti Canada, Jepang, dan Amerika. *Steel Plate Shear Walls* begitu digemari untuk struktur gedung tinggi, terutama yang dirancang pada daerah rawan gempa. Fakta ini didukung oleh perilaku sistem struktur ini sangat baik dalam menahan beban lateral. Dimana kekuatan dan kekakuan pelat pasca tekuk cukup bisa diandalkan. Selain itu, sistem penahan beban lateral ini juga dikatakan lebih ekonomis, menghasilkan struktur gedung yang ringan dan mudah diaplikasikan. Gempa Northridge di tahun 1994 banyak menunjukkan bahwa struktur gedung baja ternyata sangat rapuh di daerah sambungan. Gedung – gedung mencapai kegagalan akibat sobeknya sambungan. Sehingga sambungan penahan momen yang lebih bisa diandalkan banyak dikembangkan dengan merujuk pada kegagalan gempa Northridge tersebut. Salah satu yang sering diaplikasikan sekarang adalah sambungan *Reduced Beam Section*, dimana ide dasarnya adalah dengan member coakan / *dogbone* pada sayap penampang balok yang letaknya dekat dengan muka kolom. Sehingga diharapkan sendi plastis akan terbentuk di daerah tersebut.

Laporan ini membahas bagaimana aplikasi perancangan SPSW dengan sambungan penahan momen RBS. Serta bukaan pada pelat SPSW yang terkadang tidak bisa dihindari dalam pelaksanaan juga disinggung untuk melihat prosedur dan cara kerja yang diharapkan dengan disokong oleh balok dan kolom (LBE) di sekelilingnya. Bangunan yang dirancang merupakan bangunan 10 lantai dengan denah simetris. Bentang arah x dan y adalah 37.5 m. Direncanakan sebagai gedung perkantoran di wilayah gempa 6. Bangunan dianalisis menggunakan program bantu ETABS versi 9 dengan metode *modified strip model* (shishkin, 2005). Analisis beban gempa dengan metode statik ekuivalen sesuai SNI-1726-2002 dibahas dalam desain awal.

Kekakuan SPSW sangat membantu dalam mengontrol waktu getar alami yang terjadi. Dari hasil analisis yang dilakukan, pelat baja yang dibutuhkan berkisar antara 2.6mm (lt. 10) sampai dengan 12.7mm (lt.1), menunjukkan bahwa benar adanya sistem SPSW memberikan keuntungan dari keringanan struktur gedung.

Kata Kunci : SPSW, sambungan RBS, *modified strip model*