

# **KOMPUTERISASI SAMBUNGAN LAS YANG MEMIKUL MOMEN SEBIDANG DENGAN METODE KEKUATAN BATAS BERDASARKAN SPESIFIKASI AISC–LRFD 1999**

**Elga Yulius**  
NRP : 0021042

**Pembimbing : Prof. Bambang Suryoatmono, Ph.D.**

**FAKULTAS TEKNIK JURUSAN TEKNIK SIPIL  
UNIVERSITAS KRISTEN MARANATHA  
BANDUNG**

---

## **ABSTRAK**

Ada dua metode yang digunakan untuk menghitung kekuatan las yang dibebani secara eksentris, yaitu metode elastis dan metode kekuatan batas. Metode kekuatan batas menggunakan tabel-tabel Manual ASD 1978. Beberapa modifikasi telah digunakan dalam penyusunan tabel-tabel Manual LRFD. Tabel-tabel dalam Manual LRFD (1994) mempunyai kekurangan, di antaranya: 1) letak pusat sesaat tidak diketahui, 2) perhitungan terbatas pada nilai koefisien C yang ada dalam tabel 8 dari Manual of Steel Construction, AISC-LRFD (1994). Dengan mempertimbangkan hal inilah dibutuhkan adanya suatu program yang dapat menentukan kekuatan rencana las untuk merancang sambungan struktur baja.

Pada tugas akhir ini dibuat program komputer untuk menentukan kekuatan rencana dari konfigurasi las sudut berbentuk C dan berbentuk L yang memikul momen sebidang dengan metode kekuatan batas menurut AISC–LRFD 1999.

Berdasarkan analisis terhadap penampang las sudut C dan las sudut L dengan menggunakan program dan dengan hitungan manual menggunakan tabel 8 dari Manual of Steel Construction, AISC-LRFD (1994), diperoleh % beda yang masih dalam toleransi ( $< 1\%$ ), yaitu 0.0443 % untuk las sudut C dan 0.229 % untuk las sudut L. Di samping itu, hasil kekuatan las sudut C dengan menggunakan metode elastis lebih kecil dibandingkan dengan menggunakan metode kekuatan batas, yaitu = 66.4152 kips untuk kekuatan las menggunakan metode elastis dan 119.7767 kips dengan metode kekuatan batas atau % bedanya sebesar 44.55 %. Pada studi parameter hubungan antara jarak beban dengan jarak pusat sesaat, dimana untuk jarak beban yang semakin menjauh dari titik berat las akan diperoleh jarak pusat sesaat yang semakin mendekati titik berat las dan kekuatan rencana lasnya semakin kecil, yaitu 112 kips, 109.708 kips, 96.3144 kips, 80.3953 kips, 67.0708 kips. Untuk studi parameter antara bentuk las sudut C dengan letak pusat sesaat, dapat ditarik kesimpulan bahwa ukuran las sudut C yang semakin besar akan menyebabkan letak pusat sesaat yang semakin jauh dari titik pusat berat las dan kekuatan rencana lasnya semakin besar, yaitu 25.26 kips, 36.38 kips, 48.29 kips, 61.21 kips, 75.59 kips.

## DAFTAR ISI

SURAT KETERANGAN TUGAS AKHIR.....	i
SURAT KETERANGAN SELESAI TUGAS AKHIR.....	ii
ABSTRAK.....	iii
PRAKATA.....	iv
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
<b>BAB 1</b>	<b>PENDAHULUAN</b>
1.1 Latar belakang permasalahan .....	1
1.2 Tujuan penulisan.....	3
1.3 Pembatasan masalah .....	3
1.4 Sistematika pembahasan.....	6
<b>BAB 2</b>	<b>TINJAUAN PUSTAKA</b>
2.1 Alat sambung struktural.....	7
2.2 Baut biasa.....	9
2.3 Baut mutu tinggi .....	10
2.4 Sambungan las .....	11
2.5 Proses pengelasan .....	12
2.5.1 SMAW (Shielded Metal Arc Welding).....	12
2.5.2 SAW (Submerge Arc Welding).....	13

2.6 Jenis-jenis pengelasan.....	15
2.6.1 Las tumpul .....	15
2.6.2 Las slot dan plug.....	16
2.6.3 Las sudut.....	18
2.7 <i>Load and Resistance Factor Design</i> – Las.....	20
2.7.1 Kekuatan elektroda las.....	20
2.7.2 Kekuatan rencana las sudut .....	21
2.7.3 Simbol las .....	23
2.7.4 Ukuran las sudut minimum.....	25
2.7.5 Ukuran las sudut maksimum .....	27
2.7.6 Panjang las sudut minimum.....	27
2.7.7 Panjang las sudut maksimum .....	28
2.7.8 End Returns .....	28
2.8 Sambungan eksentris pada las sudut .....	29
2.8.1 Metode elastis .....	30
2.8.2 Metode kekuatan batas .....	32
 BAB 3	
PROGRAM KOMPUTER	
3.1 Algoritma program .....	37
3.2 Organisasi program.....	40
3.2.1 Skema organisasi program.....	40
3.2.1.1 Flowchart Program .....	40
3.2.1.2 Flowchart Form .....	55
3.2.2 Lembaran menu .....	56
3.3 Pemasukan data .....	67

3.3.1	Pemasukan data untuk bentuk las sudut.....	67
3.3.2	Pemasukan data untuk jumlah segmen las sudut ..	69
3.3.3	Pemasukan data untuk ukuran las sudut.....	69
3.3.4	Pemasukan data untuk panjang las sudut .....	70
3.3.5	Pemasukan data kekuatan elektroda.....	71
3.3.6	Pemasukan data untuk jarak beban ke tepi kolom	71
3.3.7	Pemasukan data untuk arah beban .....	71
3.3.8	Pemasukan data untuk ketelitian.....	72
BAB 4	STUDI KASUS	
4.1	Contoh kasus.....	73
4.1.1	Las sudut yang berbentuk C.....	73
4.1.2	Las sudut yang berbentuk L.....	74
4.2	Penyelesaian kasus dengan program .....	75
4.2.1	Hasil <i>output</i> program las sudut C .....	75
4.2.2	Hasil <i>output</i> program las sudut L.....	76
4.3	Verifikasi program.....	76
4.3.1	Las Sudut C.....	76
4.3.1.1	Hitungan dengan metoda kekuatan batas menggunakan tabel 8 dari Manual of Steel Construction, AISC-LRFD (1994) .....	76
4.3.1.2	Hitungan dengan metoda elastis .....	78
4.3.2	Las Sudut L .....	82
4.4	Studi parameter.....	84

4.4.1 Grafik hubungan antara letak beban dengan letak pusat sesaat pada las sudut C .....	84
4.4.2 Grafik hubungan antara bentuk las sudut C dengan letak pusat sesaat pada las sudut C .....	86
<b>BAB 5</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b>
5.1 Kesimpulan .....	91
5.2 Saran .....	92
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	<b>94</b>
<b>LAMPIRAN</b> .....	<b>95</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat-sifat Baut [4] .....	10
Tabel 2.2	Tegangan geser las untuk arah beban yang berbeda-beda [6].....	22
Tabel 2.3	Ukuran Las Sudut Minimum [2] .....	26
Tabel 4.1	Hubungan antara letak beban dengan letak pusat sesaat.....	85
Tabel 4.2	Hubungan antara bentuk las sudut C dengan letak pusat sesaat ...	87

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Sambungan antara balok dengan balok yang memakai las yang memikul momen sebidang .....	2
Gambar 1.2	Sambungan breket memakai las yang memikul momen sebidang .....	3
Gambar 1.3	Sudut yang dibentuk oleh leher las terhadap kaki las.....	4
Gambar 1.4	Las sudut C yang diberi beban pada jarak-jarak tertentu .....	5
Gambar 1.5	Las sudut C dengan bentuk yang berbeda-beda yang diberi beban pada suatu jarak .....	6
Gambar 2.1	Plat tunggal sambungan kolom-balok [6].....	9
Gambar 2.2	Sambungan batang yang mengalami gaya tarik [612].....	12
Gambar 2.3	Las busur logam berpelindung [6].....	13
Gambar 2.4	Las busur terbenam [4] .....	14
Gambar 2.5	Las tumpul dengan penetrasi penuh [4].....	15
Gambar 2.6	Tipe-tipe las tumpul [4] .....	16
Gambar 2.7	Las slot dan plug [4] .....	17
Gambar 2.8	Las slot dan plug dalam kombinasi dengan las sudut [4].....	17
Gambar 2.9	Las slot [6] .....	18
Gambar 2.10	Las sudut [6] .....	19
Gambar 2.11	Sudut yang dibentuk oleh sumbu las dan sumbu beban [6] .....	21
Gambar 2.12	Simbol-simbol las [6].....	25
Gambar 2.13	Sambungan las pada sayap-badan [6].....	26
Gambar 2.14	Shear lag [6].....	28

Gambar 2.15	End Returns [6].....	29
Gambar 2.16	Pembebanan eksentris [6].....	30
Gambar 2.17	Pembebanan eksentris akibat momen [6].....	32
Gambar 2.18	Pusat sesaat ( <i>Instantaneous Center</i> ) [6].....	33
Gambar 2.19	Segmen-segmen las [6].....	34
Gambar 3.1	Segmen-segmen las.....	38
Gambar 3.2	Kekuatan segmen las.....	39
Gambar 3.3	Keseimbangan statis.....	39
Gambar 3.4	Flowchart las sudut.....	40
Gambar 3.5	Flowchart form.....	55
Gambar 3.6	Tampilan lembaran menu.....	56
Gambar 3.7	Kotak pesan Keluar Program.....	57
Gambar 3.8	Buka Berkas.....	59
Gambar 3.9	Simpan penampang las sudut C.....	60
Gambar 3.10	Simpan penampang las sudut L.....	61
Gambar 3.11	Las Sudut C.....	62
Gambar 3.12	Las Sudut L.....	63
Gambar 3.13	Contoh perhitungan penampang las sudut C.....	64
Gambar 3.14	Input Data Penampang Las Sudut C.....	65
Gambar 3.15	Input Data Penampang Las Sudut C.....	67
Gambar 3.16	Konfigurasi las sudut C.....	68
Gambar 3.17	Konfigurasi las sudut L.....	68
Gambar 3.18	Jumlah segmen las.....	69
Gambar 3.19	Panjang las pada las sudut L.....	70



Gambar 3.20	Panjang las pada las sudut C.....	70
Gambar 3.21	Jarak beban ke tepi kolom .....	71
Gambar 3.22	Arah beban .....	72
Gambar 4.1	Konfigurasi las sudut C.....	73
Gambar 4.2	Konfigurasi las sudut L.....	74
Gambar 4.3	Konfigurasi las sudut C.....	76
Gambar 4.4	Las sudut C yang memikul beban terfaktor Pu.....	78
Gambar 4.5	Konfigurasi las sudut L.....	82
Gambar 4.6	Las sudut C yang diberi beban pada jarak-jarak tertentu .....	84
Gambar 4.7	Las sudut C dengan bentuk yang berbeda-beda yang diberi beban pada suatu jarak .....	86
Gambar 4.8	Hubungan jarak beban dengan pusat sesaat.....	88
Gambar 4.9	Bentuk hubungan las sudut C dengan letak pusat sesaat.....	89

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	<i>Prequalified Welded Joints</i> .....	95
Lampiran 2	Listing Program Las Sudut C.....	97
Lampiran 3	Listing Program Las Sudut L.....	102
Lampiran 4	Tabel 4.2 – Tabel 4.5, AISC .....	109
Lampiran 5	Tabel 8-37, Koefisien Kekuatan Elektroda.....	119
Lampiran 6	Penurunan rumus kekuatan rencana las (P) dengan menggunakan metode elastis.....	120
Lampiran 7	Perhitungan dengan metode kekuatan batas.....	122

## DAFTAR NOTASI DAN SINGKATAN

ASTM	= <i>American Society for Testing and Materials</i>
$A_g$	= luas penampang bruto [in <sup>2</sup> ]
$b$	= jarak beban ke tepi kolom [in]
$C$	= koefisien pada tabel 8, AISC
$C_1$	= koefisien kekuatan elektroda diambil dari tabel 8-37
$D$	= jumlah dari 1/16 inchi pada ukuran las sudut
$e$	= eksentrisitas beban [in]
$F_{BM}$	= tegangan geser dari logam dasar pada sambungan las [ksi]
$F_{exx}$	= tegangan tarik logam las [ksi]
$F_w$	= tegangan geser terfaktor dari kekuatan elektroda [ksi]
$F_y$	= tegangan leleh [MPa]
$f$	= tegangan [ksi]
$f_v$	= tegangan geser [ksi]
$f_l$	= tegangan geser langsung pada sambungan las eksentris [ksi]
$f_2$	= tegangan geser torsi pada sambungan las eksentris [ksi]
$I_x, I_y$	= momen inersia, masing-masing menurut sumbu x, y [in <sup>4</sup> ]
$J$	= momen inersia polar [in <sup>4</sup> ]
$kl$	= panjang las menurut sumbu horizontal [in]
kN	= kiloNewton
ksi	= <i>kilopound per square inch</i>
$L$	= panjang total las sudut [in]
$l$	= panjang las menurut sumbu vertikal [in]

LRFD	= <i>Load and Resistance Factor Design</i>
$mm$	= milimeter
$M_u$	= momen kerja terfaktor [kip.in]
MPa	= MegaPascal
$N$	= jumlah segmen pada las sudut
$P_u$	= beban luar pada las sudut [N]
$R_i$	= kekuatan tiap segmen las [kip]
$R_n$	= kuat nominal las dalam tarik, geser, atau tekan [N]
$r$	= jarak radius dari titik pusat berat [in]
$r_{crit}$	= jarak terjauh dari pusat sesaat (jarak kritis)
$r_i$	= jarak radius dari titik pusat sesaat [in]
SI	= <i>System International d'Unites</i> (sistem satuan internasional)
$t_{BM}$	= tebal logam dasar di sepanjang las [in]
$w$	= ukuran las sudut [in]
$X_{IC}, Y_{IC}$	= letak pusat sesaat dari sumbu vertikal las sudut
$xl$	= pusat titik berat pada las sudut
$\Delta_m$	= deformasi dari elemen pada tegangan maksimum
$\Delta_u$	= deformasi terfaktor
$\sum M$	= Jumlah momen
$\sum V$	= Jumlah gaya vertikal
$\sum H$	= Jumlah gaya horizontal
$\phi$	= Faktor tahanan