

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTO</b> .....	v
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vi
<b>DAFTAR ISI</b> .....	viii
<b>DAFTAR NOTASI</b> .....	xii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xv
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xxi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xxv
<b>ABSTRAKSI</b> .....	xxvi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Batasan Masalah .....	3
1.5 Manfaat Penelitian .....	4

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

2.1 Profil Bentukan Dingin .....	5
2.2 Kolom Tersusun .....	5
2.3 Kapasitas Kolom Tersusun .....	6

## **BAB III LANDASAN TEORI**

3.1 Elemen-elemen Bentukan Dingin .....	10
3.2 Kolom Tersusun .....	11
3.3 Kuat Tekan .....	13
3.3.1 Tekuk lokal .....	14
3.3.2 Tekuk keseluruhan .....	17
3.3.3 Tekuk inelastis .....	20
3.3.4 Hubungan antara tekuk lokal dan tekuk keseluruhan .....	22
3.4 Pengaruh Gaya Lintang Terhadap Beban Kritis Kolom Tersusun .....	24
3.5 Hubungan Momen Dan Kelengkungan .....	27
3.6 Beban dan Deformasi .....	30
3.7 Tegangan Kritis Berdasarkan AISC .....	32
3.8 Hipotesis .....	35

## **BAB IV METODE PENELITIAN**

4.1 Bahan dan Alat yang Digunakan .....	36
4.1.1 Bahan .....	36

4.1.2 Peralatan penelitian .....	37
4.2 Pembuatan Benda Uji .....	39
4.3 Pengujian Sampel .....	41
4.4 Prosedur Penelitian .....	43
4.5 Bagan Alir Penelitian .....	46

## **BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN**

5.1 Hasil Pengujian .....	46
5.1.1 Hasil uji pendahuluan .....	46
5.1.2 Hasil pengujian kolom bentukan dingin .....	48
5.2 Pembahasan .....	66
5.2.1 Pembahasan uji pendahuluan .....	66
5.2.2 Pembahasan kolom bentukan dingin .....	69
5.2.2.1 Beban dan lendutan .....	69
5.2.2.2 Momen dan kelengkungan .....	90
5.2.2.3 Beban kritis ( $P_{cr}$ ) .....	95
5.2.2.4 Tegangan Kritis ( $F_{cr}$ ) .....	105
5.2.2.5 Perhitungan koefisien tekuk pelat .....	107
5.2.2.6 Perhitungan modulus tangen .....	111
5.3 Perhitungan Teoritis .....	112
5.3.1 Perhitungan dengan metode <i>Bleich</i> .....	113
5.3.2 Perhitungan tegangan berdasarkan AISC .....	114

5.3.3 Perbandingan tegangan teoritis dengan tegangan hasil pengujian dan tegangan AISC .....	116
5.4 Hubungan Tegangan Kritis ( $F_{cr}$ ) Dengan Faktor-faktor Yang Mempengaruhinya.....	121
<b>BAB VI KESIMPULAN</b>	
6.1 Kesimpulan .....	125
6.2 Saran .....	127
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	128
<b>LAMPIRAN</b>	



## DAFTAR NOTASI

$A$	= Luas penampang, mm <sup>2</sup> .
$A_d$	= Luas penampang satu batang diagonal, mm <sup>2</sup> .
$A_{gab}$	= Luas gabungan penampang, mm <sup>2</sup> .
$A_{bruto}$	= Luas bruto, mm <sup>2</sup> .
$a$	= Jarak sumbu elemen batang tersusun, mm.
$b$	= Panjang sayap penampang, mm.
$C_y$	= Titik pusat terhadap sumbu y
$d$	= Panjang batang diagonal, mm.
$E$	= Modulus elastisitas, MPa.
$E_t$	= Modulus elastisitas tangensial, MPa.
$F_a$	= Tegangan ijin, MPa.
$F_{cr}$	= Tegangan kritis, MPa.
$F_u$	= Tegangan ultimit, MPa.
$F_y$	= Tegangan leleh, MPa.
$f$	= Tegangan yang bekerja pada elemen, MPa.
$g$	= Percepatan gravitasi.
$h$	= Jarak antara dua garis pusat profil tunggal, mm.
$I$	= Momen inersia, mm <sup>4</sup> .
$I_l$	= Momen inersia sumbu lemah batang tunggal, mm <sup>4</sup> .
$I_x$	= Momen inersia arah sumbu kuat penampang kolom, mm <sup>4</sup> .
$I_y$	= Momen inersia arah sumbu lemah penampang kolom, mm <sup>4</sup> .

$K$	= Faktor panjang efektif untuk sebuah kolom.
$k$	= Faktor tekuk.
$L, l$	= Panjang kolom, mm.
$L_l$	= Panjang elemen batang yang dibatasi oleh ujung-ujung batang penghubung, mm.
$L_d$	= Panjang batang diagonal, mm.
$L_k$	= Panjang tekuk, mm.
$M$	= Momen, kg.m.
$M_y$	= Momen pada saat leleh, kg.m.
$P$	= Beban, kg.
$P_{cr}$	= Beban kritis, kg.
$P_u$	= Beban ultimit, kg.
$P_y$	= Beban leleh, kg.
$Q$	= Faktor bentuk.
$Q_a$	= Faktor bentuk untuk elemen batang yang diperkuat.
$Q_s$	= Faktor bentuk untuk elemen yang tidak diperkuat.
$r$	= Radius girasi.
$T$	= Gaya tarik, kg.
$t$	= tebal penampang, mm.
$V$	= Gaya lintang, kg.
$\alpha$	= Sudut.
$\Delta, \delta$	= Defleksi, lendutan.
$\lambda_l$	= Angka kelangsingan.

- $\mu$  = Angka poisson.
- $\sigma_{cr}$  = Tegangan kritis, MPa.
- $\phi$  = Kelengkungan, 1/m.



## DAFTAR GAMBAR

3.1	Elemen-elemen bentukan dingin .....	11
3.2	Penampang profil tersusun dengan profil <i>Lips Channal</i> .....	12
3.3	Bentuk susunan batang perangkai .....	12
3.4	Kolom tersusun dari profil tersusun dari profil <i>Lips Channal</i> dengan perangkai silang ganda.....	13
3.5	Koefisien tekuk elastis untuk tekanan pada pelat segi empat datar.....	16
3.6	Rasio tebal terhadap tebal berbagai penampang profil .....	17
3.7	Batang lurus dibebani gaya tekan aksial .....	18
3.8	Diagram tegangan tekan untuk material kolom .....	21
3.9	Diagram tegangan kritis terhadap rasio kelangsingan .....	22
3.10	Gaya geser ideal.....	24
3.11	Kolom tersusun yang dibebani gaya aksial .....	25
3.12	Momen yang terjadi pada kolom tersusun dengan tumpuan pada kedua ujung sendi .....	27
3.13	Penurunan yang terjadi akibat beban ( $P$ ) .....	28
3.14	Grafik hubungan momen ( $M$ ) - kelengkungan ( $\Phi$ ).....	39
3.15	Garis pusat kolom dalam keadaan setimbang .....	30
3.16	Grafik hubungan $KL/r$ dengan $F_a$ beberapa negara .....	34
4.1	<i>Universal Testing Material Shimatsu UMH-30</i> .....	37
4.2	Bentuk fisik <i>Loading Frame</i> .....	38
4.3	<i>Hdraulic Jack</i> .....	38



4.4	Benda uji kuat tekan.....	40
4.5	Benda uji kuat tarik baja .....	40
4.6	Benda uji kuat geser las .....	41
4.7	Benda uji kolom tersusun.....	41
4.8	Pengujian sampel.....	43
4.9	Bagan alir prosedur penelitian.....	45
5.1	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 1.....	50
5.2	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 2.....	51
5.3	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 3.....	52
5.4	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 4.....	53
5.5	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 5.....	54
5.6	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial A.....	55
5.7	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial B.....	56
5.8	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial C.....	57
5.9	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 1 .....	59
5.10	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 2.....	60

5.11	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 3 .....	61
5.12	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 4 .....	62
5.13	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 5 .....	63
5.14	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial A .....	64
5.15	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial B .....	65
5.16	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial C .....	66
5.17.a	Grafik hubungan $\lambda_1$ dan $F_{cr}$ untuk benda uji profil <i>Lips Channal</i> dengan pelat.....	68
5.17.b	Grafik hubungan $\lambda_1$ dan $F_{cr}$ untuk benda uji profil <i>Lips Channal</i> tanpa pelat .....	68
5.18	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 1 yang telah direvisi .....	71
5.19	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 2 yang telah direvisi .....	72
5.20	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 3 yang telah direvisi .....	73
5.21	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 4 yang telah direvisi .....	74
5.22	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 5 yang telah direvisi .....	75

5.23	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial A yang telah direvisi .....	77
5.24	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial B yang telah direvisi.....	78
5.25	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial C yang telah direvisi.....	79
5.26	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 1 yang telah direvisi.....	81
5.27	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 2 yang telah direvisi.....	82
5.28	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 3 yang telah direvisi.....	83
5.29	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 4 yang telah direvisi.....	85
5.30	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 5 yang telah direvisi.....	86
5.31	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial A yang telah direvisi.....	87
5.32	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial B yang telah direvisi.....	88
5.33	Grafik hubungan beban dan lendutan kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial C yang telah direvisi.....	90
5.34	Grafik hubungan momen dan kelengkungan kolom tersusun <i>front to front</i> .....	91
5.35	Grafik hubungan momen dan kelengkungan kolom tersusun <i>back to back</i> .....	91

5.36	Grafik hubungan momen dan kelengkungan hasil regresi untuk kolom tersusun <i>front to front</i> .....	92
5.37	Grafik hubungan momen dan kelengkungan hasil regresi untuk kolom tersusun <i>back to back</i> .....	92
5.38	Deformasi sampel kolom 1, $\lambda_1=25,66$ FF pada saat kritis.....	97
5.39	Deformasi sampel kolom 2, $\lambda_1=34,22$ FF pada saat kritis.....	97
5.40	Deformasi sampel kolom 3, $\lambda_1=42,77$ FF pada saat kritis.....	98
5.41	Deformasi sampel kolom 4, $\lambda_1=51,33$ FF pada saat kritis.....	98
5.42	Deformasi sampel kolom 5, $\lambda_1=25,66$ FF pada saat kritis.....	99
5.43	Deformasi sampel kolom 6, $\lambda_1=34,22$ BB pada saat kritis.....	99
5.44	Deformasi sampel kolom 7, $\lambda_1=42,77$ BB pada saat kritis.....	100
5.45	Deformasi sampel kolom 8, $\lambda_1=51,33$ BB pada saat kritis.....	100
5.46.a	Grafik $P_{cr}$ hasil pengujian benda uji kolom tersusun <i>front to front</i> .....	101
5.46.b	Grafik $P_{cr}$ hasil pengujian benda uji kolom tersusun <i>back to back</i> .....	102
5.47.a	Perbandingan $P_{cr}$ pengujian dan $P_{cr}$ regresi benda uji <i>front to front</i> ....	104
5.47.b	Perbandingan $P_{cr}$ pengujian dan $P_{cr}$ regresi benda uji <i>back to back</i> .....	104
5.48	Grafik beban kritis ( $P_{cr}$ ) dan fungsi kelangsingan ( $\lambda_1$ ) untuk nilai $\lambda_1$ antara 0 sampai 300 .....	105
5.49.a	Grafik $F_{cr}$ fungsi $\lambda_1$ kolom tersusun <i>front to front</i> .....	106
5.49.b	Grafik $F_{cr}$ fungsi $\lambda_1$ kolom tersusun <i>back to back</i> .....	107
5.50	Grafik perbandingan nilai $k$ profil <i>Lips Channal</i> .....	108
5.51	Grafik perbandingan nilai rasio $b/t$ profil <i>Lips Channal</i> .....	109
5.52	Grafik perbandingan nilai $k$ kolom tersusun silang ganda .....	110
5.53	Grafik perbandingan nilai rasio $b/t$ kolom tersusun silang ganda .....	110

5.54	Grafik perbandingan modulus tangen ( $E_t$ ) kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> dengan <i>back to back</i> .....	112
5.55	Perbandingan tegangan kritis ( $F_{cr}$ ) kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> dengan <i>back to back</i> .....	114
5.56	Grafik tegangan berdasarkan AISC .....	116
5.57	Grafik perbandingan tegangan kritis ( $F_{cr}$ ) hasil pengujian dengan $F_{cr}$ teori <i>Bleich</i> dan $F_{cr}$ AISC untuk kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> .....	118
5.58	Grafik perbandingan tegangan kritis ( $F_{cr}$ ) hasil pengujian dengan $F_{cr}$ teori <i>Bleich</i> dan $F_{cr}$ AISC untuk kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> .....	120
5.59	Grafik hubungan tegangan kritis ( $F_{cr}$ ) dan luas penampang ( $A$ ).....	121
5.60	Grafik hubungan tegangan kritis ( $F_{cr}$ ) dan panjang elemen batang yang dibatasi oleh ujung-ujung batang penghubung ( $L_1$ ).....	122
5.61	Grafik hubungan tegangan kritis ( $F_{cr}$ ) dan faktor tekuk ( $k$ ).....	123
5.62	Grafik hubungan tegangan kritis ( $F_{cr}$ ) dan angka kelangsingan ( $\lambda_1$ )....	123
5.63	Grafik hubungan tegangan kritis ( $F_{cr}$ ) dan momen inersia ( $I$ ) .....	124

## DAFTAR TABEL

5.1	Hasil pengujian tarik baja.....	47
5.2.a	Hasil uji kuat tekan profil <i>Lips Channal</i> dengan pelat .....	47
5.2.b	Hasil uji kuat tekan profil <i>Lips Channal</i> tanpa pelat .....	48
5.3	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 1 .....	50
5.4	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 2 .....	51
5.5	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 3 .....	52
5.6	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 4 .....	53
5.7	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 5 .....	54
5.8	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial A.....	55
5.9	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial B.....	56
5.10	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial C.....	57
5.11	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 1.....	58
5.12	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 2.....	59

5.13	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 3 .....	60
5.14	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 4 .....	61
5.15	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 5 .....	62
5.16	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial A .....	63
5.17	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial B .....	64
5.18	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial C .....	65
5.19	Hasil perhitungan benda uji tarik .....	67
5.20	Kuat tekan profil <i>Lips Chammal</i> .....	67
5.21	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 1 yang telah direvisi .....	70
5.22	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 2 yang telah direvisi .....	71
5.23	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 3 yang telah direvisi .....	72
5.24	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 4 yang telah direvisi .....	73
5.25	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial 5 yang telah direvisi .....	75
5.26	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial A yang telah direvisi .....	76

5.27	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial B yang telah direvisi .....	78
5.28	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> pada dial C yang telah direvisi .....	79
5.29	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 1 yang telah direvisi.....	80
5.30	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 2 yang telah direvisi.....	82
5.31	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 3 yang telah direvisi.....	83
5.32	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 4 yang telah direvisi.....	84
5.33	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial 5 yang telah direvisi.....	85
5.34	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial A yang telah direvisi.....	86
5.35	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial B yang telah direvisi .....	88
5.36	Hubungan beban lendutan hasil pengujian kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> pada dial C yang telah direvisi .....	89
5.37.a	Nilai faktor kekakuan untuk benda uji <i>front to front</i> .....	93
5.37.b	Nilai faktor kekakuan untuk benda uji <i>back to back</i> .....	93
5.38	Momen maksimum kolom tersusun silang ganda .....	94
5.39.a	Nilai daktilitas untuk benda uji <i>front to front</i> .....	94
5.39.b	Nilai daktilitas untuk benda uji <i>back to back</i> .....	95
5.40	Beban Kritis ( $P_{cr}$ ) kolom.....	96



5.41.a	Regresi beban kritis ( $P_{cr}$ reg) benda uji <i>front to front</i> .....	103
5.41.b	Regresi beban kritis ( $P_{cr}$ reg) benda uji <i>back to back</i> .....	103
5.42.a	Tegangan kritis ( $F_{cr}$ ) kolom tersusun <i>front to front</i> .....	105
5.42.b	Tegangan kritis ( $F_{cr}$ ) kolom tersusun <i>back to back</i> .....	106
5.43	Perhitungan koefisien tekuk pelat pada pengujian kuat tekan profil <i>Lips Chamal</i> .....	108
5.44	Perhitungan koefisien tekuk pelat pada pengujian kolom tersusun perangkai silang ganda.....	109
5.45.a	Perhitungan modulus tangen ( $E_t$ ) untuk kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i> .....	111
5.45.b	Perhitungan modulus tangen ( $E_t$ ) untuk kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i> .....	111
5.46.a	Perhitungan tegangan kritis ( $F_{cr}$ ) dengan metode <i>Bleich</i> untuk kolom tersusun <i>front to front</i> .....	113
5.46.b	Perhitungan tegangan kritis ( $F_{cr}$ ) dengan metode <i>Bleich</i> untuk kolom tersusun <i>back to back</i> .....	113
5.47	Perhitungan tegangan kritis ( $F_{cr}$ ) dengan sistem perencanaan AISC ...	115
5.48	Perbandingan tegangan kritis ( $F_{cr}$ ) hasil pengujian dengan $F_{cr}$ teori <i>Bleich</i> dan $F_{cr}$ AISC untuk kolom tersusun silang ganda <i>front to front</i>	117
5.49	Perbandingan tegangan kritis ( $F_{cr}$ ) hasil pengujian dengan $F_{cr}$ teori <i>Bleich</i> dan $F_{cr}$ AISC untuk kolom tersusun silang ganda <i>back to back</i>	119

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Lembar Konsultasi Tugas Akhir
- Lampiran 2** Properti Dimensi Benda Uji
- Lampiran 3** Benda Uji
- Lampiran 4** Perhitungan koefisien tekuk pelat ( $k$ )
- Lampiran 5** Perhitungan Modulus Tangen ( $E_t$ )
- Lampiran 6** Perhitungan Dengan Metode *Bleich*
- Lampiran 7** Perhitungan Tegangan Berdasarkan AISC
- Lampiran 8** Dokumentasi Hasil Penelitian di Laboratorium

