



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@fisp.uui.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 164 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ XII /2006
Lamp. : -
Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : : II (Des.06- Mei.07)

Jogyakarta, 11-Dec-06

Kepada .

Yth. Bapak / Ibu : Fatkhurrohman N,Ir,MT
di -

Jogyakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

Na ma	: Batra Noven Azhari
No. Mhs.	: 02 511 136
Bidang Studi	: Teknik Sipil
Tahun Akademi	: 2006 - 2007

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I	: Fatkhurrohman N,Ir,MT
Dosen Pembimbing II	: Fatkhurrohman N,Ir,MT

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Rasio Kapasitas Lentur Gelagar Pelat Penampang I Dan Penampang Dobel Delta Dengan Rasio Tinggi Terhadap Lebar (h/b) : 536

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Ard. Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
H. Faisol AM, MS

Tembusan

- 1) Dosen Pembimbing ybs
- 2) Mahasiswa ybs
- 3) Arsip. 11-Dec-06
- 4) Sampai Akhir Mei 2007



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JURUSAN : TEKNIK SIPIL, ARSITEKTUR, TEKNIK LINGKUNGAN
KAMPUS : Jalan Kaliurang KM 14,4 Telp. (0274) 895042, 895707, 896440. Fax: 895330
Email : dekanat@ftspp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 164 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ XII /2006
Lamp. : -
Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : : II (Des.06- Mei.07)

Jogyakarta, 11-Dec-06

Kepada .
Yth. Bapak / Ibu : Fatkhurrohman N,Ir,MT
di -

Jogyakarta

Assalamu'alaikum Wr.Wb.

Dengan ini kami mohon dengan hormat kepada Bapak / Ibu Agar Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan tersebut di bawah ini :

Na m a	:	Batra Noven Azhari
No. Mhs.	:	02 511 136
Bidang Studi	:	Teknik Sipil
Tahun Akademi	:	2006 - 2007

dapat diberikan petunjuk- petunjuk, pengarahan serta bimbingan dalam melaksanakan Tugas Akhir. Kedua Mahasiswa tersebut merupakan satu kelompok dengan dosen pembimbing sebagai berikut :

Dosen Pembimbing I	:	Fatkhurrohman N,Ir,MT
Dosen Pembimbing II	:	Fatkhurrohman N,Ir,MT

Dengan Mengambil Topik /Judul :

Rasio Kapasitas Lentur Gelagar Pelat Penampang I Dan Penampang Dobel Delta Dengan Rasio Tinggi Terhadap Lebar (h/b) : ~~53~~ 6

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.

Ard. Dekan
Ketua Jurusan Teknik Sipil
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
Faisol AM, MS

Tembusan

- 1) Dosen Pembimbing ybs
- 2) Mahasiswa ybs
- 3) Arsip. 11-Dec-06
- 4) Sampai Akhir Mei 2007

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Batra Noven Azhari	02 511 136	Teknik Sipil
JUDUL TUGAS AKHIR			
Rasio Kapasitas Lentur Gelagar Pelat Penampang I Dan Penampang Dobel Delta Dengan Rasio Tinggi Terhadap Lebar (h/b) : 5 6			

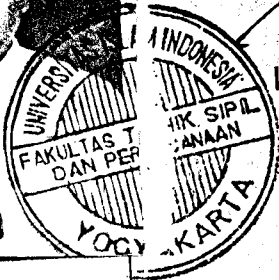
PERIODE KE	: II (Des.06- Mei.07)
TAHUN	: 2006 - 2007
Sampai Akhir Mei 2007	

No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		Des.	Jan.	Peb.	Mar.	Apr.	Mei
1.	Pendaftaran						
2.	Penentuan Dosen Pembimbing						
3.	Pembuatan Proposal						
4.	Seminar Proposal						
5.	Konsultasi Penyusunan TA.						
6.	Sidang Sidang						
7.	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Fatkhurrohman N,Ir,MT
 Dosen Pembimbing II : Fatkhurrohman N,Ir,MT



Jogjakarta, 11-Dec-06
 a.n. Dekan



(Signature)
 Ir.H.Faisol AM, MS

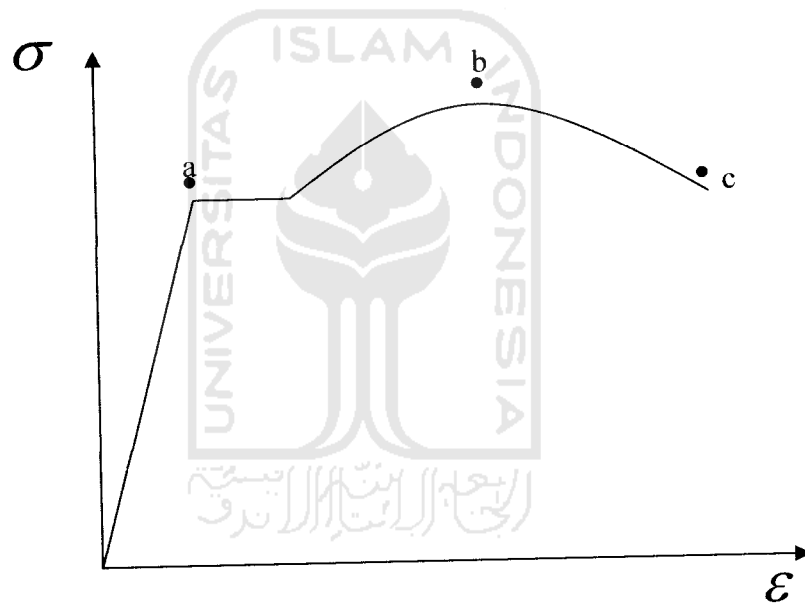
Catatan		
Seminar		
Sidang		
Pendadaran		

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

NO	TANGGAL	KONSULTASI KE :	TANDA TANGGA
		cari referensi dari mana saja Mer → Guech jurnal Buat grafik .. plot & tonil penebalan berdasarkan	M 17/12-2007 M 28/12-2007
		Seminar kelompok	M 28/12-2007
		Buat Cap tonil	
		Lunde Das 2 (3) Dr. Nur M	
		Laporan Tensi di bekul	M 27/02-2007
		Laporan pengukuran	M 12/03 2007
		Sidang hasil.	M 7/04-2007
		Lukisan	M 4/5-2007

HASIL HITUNGAN KUAT TARIK BAJA

Pengujian ini dilakukan untuk melihat seberapa besar kekuatan tarik pelat baja dengan tebal 2mm dan 3mm. pengujian dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik Universitas Islam Indonesia Jogjakarta. Adapun grafik yang digunakan sebagai acuan dalam menentukan kuat tarik baja sebagai berikut:



Keterangan:

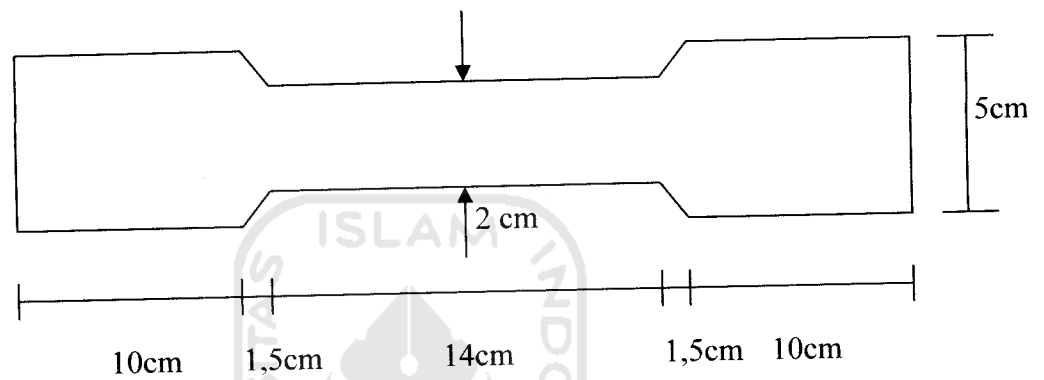
- a = Beban mencapai titik leleh
- b = Beban maksimum
- c = Beban patah akibat kuat tarik

Persamaan yang mendukung teori tersebut adalah:

$$F_y = \frac{\text{Bebanluluh}}{A}$$

$$F_u = \frac{\text{Bebanmaksimum}}{A}$$

a. Pelat Baja 2mm



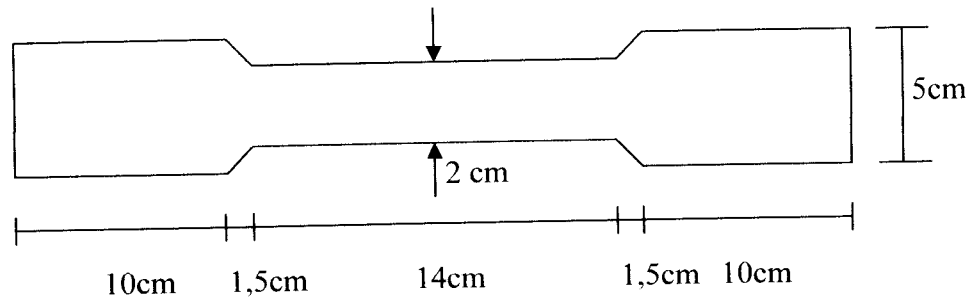
Diketahui bahwa:

$$T = 0,2 \text{ cm}$$

$$A = 2 \text{ cm} \times 0,2 \text{ cm} = 0,4 \text{ cm}^2 = 40 \text{ mm}^2$$

No	P_{leleh} (N)	P_{maks} (N)	P_{patah} (N)	$F_y = \frac{\text{bebanleleh}}{A}$ (N/mm ²)	$F_u = \frac{\text{bebanmaks}}{A}$ (N/mm ²)
1.	11994	14193	2230	300	355

b. Pelat Baja 3mm



Gambar benda uji tarik

Diketahui bahwa:

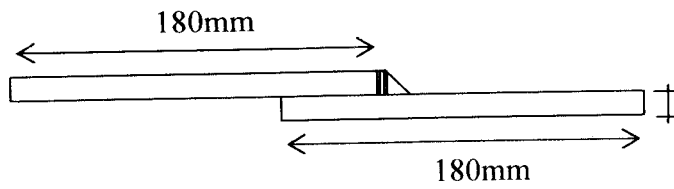
$$T = 0,3 \text{ cm}$$

$$A = 2 \text{ cm} \times 0,3 \text{ cm} = 0,6 \text{ cm}^2 = 60 \text{ mm}^2$$

Tabel hasil uji tarik baja

No	P_{leleh} (N)	P_{maks} (N)	P_{patah} (N)	$F_y = \frac{\text{bebanleleh}}{A}$ (N/mm ²)	$F_u = \frac{\text{bebanmaks}}{A}$ (N/mm ²)
1.	18716,5	25467,5	18915	310	424

c. Uji Tarik Las



Diketahui:

Lebar las=3cm=30mm

$$\text{Ketebalan Las (h)} = 0,5 \times t \times \sqrt{2} = 0,5 \times 2 \times \sqrt{2} = 1,14 \text{ mm}$$

$$\text{Luasan (A)} = 1,14 \text{ mm} \times 30 \text{ mm} = 34,2 \text{ mm}^2$$

Tabel hasil uji las

P_{maks}	F_y (N/mm ² atau Mpa)
17972,1	424

1. Perhitungan Luas dan Titik Berat Penampang I dan Dobel Delta.

Diketahui :

$$h = 400 \text{ mm}$$

$$b = 66 \text{ mm}$$

$$t_w = 2 \text{ mm}$$

$$t_f = 3 \text{ mm}$$

$$d = 406 \text{ mm}$$

Karena nilai h mendekati nilai d , maka $d \approx h$ digunakan sebagai pendekatan dalam perhitungan.

❖ Penampang I.

Pelat Sayap

$$A_1 = 2 \times (66 \times 3) = 396 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 400 \times 2 = 800 \text{ mm}^2.$$

$$A_{\text{total}} = 1196 \text{ mm}^2.$$

❖ Penampang Dobel Delta.

$$A_1 = 2 \times (66 \times 3) = 396 \text{ mm}^2$$

$$A_2 = 400 \times 2 = 800 \text{ mm}^2.$$

$$A_3 = 4 \times (2 \times \sqrt{33^2 + 33^2}) = 373,3523 \text{ mm}^2.$$

$$A_{\text{total}} = 1569,3523 \text{ mm}^2.$$

Titik Berat Penampang I \approx Penampang Dobel Delta.

$$X1 = 200 \text{ mm.}$$

$$Y1 = 33 \text{ mm}$$

2. Perhitungan Inersia Sumbu Kuat dan Lemah Penampang I dan Dobel

Delta.

❖ Penampang I.

Momen Inersia Sumbu Kuat

$$I_x = \frac{1}{12} t_w (d)^3 + \frac{1}{6} b t_f^3 + \frac{1}{2} (b t_f) x (d/2 + t_f/2)^2$$

$$I_x = \frac{1}{12} 2(400)^3 + \frac{1}{6} 66.3^3 + 2(66.3)x \left(\frac{400}{2} + \frac{3}{2} \right)^2$$

$$I_x = 26745454,67 \text{ mm}^4.$$

Momen Inersia Sumbu Lemah

$$I_y = \frac{1}{12} (d) t_w^3 + \frac{1}{6} t_f b^3$$

$$I_y = \frac{1}{12} (400) 2^3 + \frac{1}{6} 3(66^3)$$

$$I_y = 144014,67 \text{ mm}^4.$$

❖ Penampang Dobel Delta.

Momen Inersia Sumbu Kuat

$$I_x = I_{ix} + \left(\frac{1}{24} t_w b^3 + 2(t_w)(b)(d/2 - b/4)^2 \right)$$

$$I_x = 26745454,67 + \frac{1}{24} (2) 66^3 + 2(2)(66) \left(\frac{400}{2} - \frac{66}{4} \right)^2$$

$$I_x = 35658887 \text{ mm}^4.$$

Momen Inersia Sumbu Lemah

$$I_y = I_{iy} + \frac{1}{6} (t_w) b^3$$

$$I_y = 144014,67 + \frac{1}{6} (2) 66^3$$

$$I_y = 239847 \text{ mm}^4.$$

3. Perhitungan Momen Batas Berdasarkan Tekuk Lokal Penampang I dan Dobel Delta.

❖ Penampang I.

Diketahui :

$$E = 2,1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$$

$$\mu = 0,3$$

a) Tegangan kritis elastis pelat sayap.

$$K = 0,425 \text{ (tumpuan dimisalkan sendi dan bebas)}$$

$$F_{cr} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2) \left(\frac{b}{2t_f}\right)^2} = \frac{0,425\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2) \left(\frac{66}{2 \times 3}\right)^2}$$

$$= 666,65 \text{ Mpa} > 310 \text{ Mpa}$$

$$F_{cr \text{ pakai}} = 310 \text{ Mpa.}$$

b) Tegangan kritis pelat badan.

$$K = 23,9 \text{ (tumpuan dimisalkan sendi dan sendi)}$$

$$F_{cr} = \frac{\left(\left(\frac{h}{2}\right) - t_f\right)}{\left(\frac{h}{2}\right)} \times F_{crf} = \frac{\left(\left(\frac{400}{2}\right) - 3\right)}{\left(\frac{400}{2}\right)} \times 310$$

$$= 305,35 \text{ Mpa} < 310 \text{ Mpa}$$

$$F_{cr \text{ pakai}} = 305,35 \text{ Mpa.}$$

Momen batas berdasarkan tekuk lokal penampang I adalah

$$M_{crI} = b \cdot t_f (F_{crf})(d - t_f) + \frac{1}{6} t_w (h)^2 F_{crw}$$

$$M_{crI} = 66.3(310)(406 - 3) + \frac{1}{6} 2(400)^2 305,35$$

$$M_{crI} = 41021473 \text{ Nmm.}$$

❖ Penampang Dobel Delta.

$$E = 2,1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2.$$

$$\mu = 0,3$$

a) Momen batas tekuk lokal pelat sayap.

$$k = 4$$

$$F_{cr1} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2) \left(\frac{b}{2t_f}\right)^2} = \frac{4\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2) \left(\frac{66}{2 \times 3}\right)^2}$$

$$F_{cr1} = 6274,38 \text{ Mpa} > 310 \text{ Mpa}$$

$$F_{cr1 \text{ pakai}} = 310 \text{ Mpa.}$$

$$M_{cr1} = t_f x b (d - t_f) F_{cr1} = 66 \times 3 \times (406 - 3) \times 310$$

$$M_{cr1} = 24736140 \text{ Nmm}$$

b) Tegangan kritis elastis pelat penopang.

$$k = 4$$

$$F_{cr2} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2) \left(\frac{b}{t_w}\right)^2} = \frac{4\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2) \left(\frac{\left(\sqrt{(66/2)^2 + (66/2)^2}\right)}{2}\right)^2}$$

$$F_{cr2} = 1394,30 \text{ Mpa} > 310 \text{ Mpa}$$

$$F_{cr2 \text{ pakai}} = 310 \text{ Mpa.}$$

$$M_{cr2} = 2 x t_w x \sqrt{(b/2)^2 + (b/2)^2} x (d - (b/2)) x F_{cr2}$$

$$2 \times 2 \times \sqrt{(66/2)^2 + (66/2)^2} \times (400 - (66/2)) \times 310$$

$$M_{cr2} = 21238151 \text{ Nmm}$$

c) Tegangan kritis pelat badan 1.

$$k = 23,9$$

$$h_1 = \frac{b}{2} = \frac{66}{2} = 33 \text{ mm}$$

$$F_{cr2} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2)(h_1/t_w)^2} = \frac{23,9\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2)(33/2)^2}$$

$$F_{cr3} = 16661,97 \text{ Mpa} > 310 \text{ Mpa.}$$

$$F_{cr3} = 310 \text{ Mpa.}$$

$$M_{cr3} = \left(\frac{b}{2}t_w\right)F_{cr3}(h_1) = \left(\frac{66}{2} \times 2\right) \times 310 \times (400 - 33)$$

$$M_{cr3} = 7508820 \text{ Nmm.}$$

d) Tegangan kritis pelat badan 2.

$$k = 23,9$$

$$h_1 = h - \frac{b}{2} = 400 - \left(\left(\frac{66}{2}\right) \times 2\right) = 334 \text{ mm}$$

$$F_{cr4} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2)\left(\frac{h_1}{t_w}\right)^2} = \frac{23,9\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2)(334/2)^2}$$

$$F_{cr4} = 162,65 \text{ Mpa}$$

$$M_{cr4} = \frac{1}{4}t_w(h_2)^2 F_{cr4} = \frac{1}{4}2(334)^2 162,65$$

$$M_{cr4} = 9072291,7 \text{ Nmm.}$$

$$M_{crtotal} = M_{cr1} + M_{cr2} + M_{cr3} + M_{cr4}$$

$$M_{crtotal} = 24736140 + 21238151 + 7508820 + 9072291,7$$

$$M_{crtotal} = 62555402,7 \text{ Nmm}$$

4. Perhitungan Momen Batas Berdasarkan Tekuk Puntir Penampang I dan Dobel Delta.

Diketahui :

$$E = 2,1 \times 10^5 \text{ N/mm}^2$$

$$\mu = 0,3.$$

$$Lb = 1550 \text{ mm}$$

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} = \frac{2,1 \times 10^5}{2(1+0,3)} = 8,08 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$$

❖ Penampang I.

$$I_y = 144014,67 \text{ mm}^4.$$

$$C_w = \frac{1}{12} t_f (b^3) \left(\frac{h^2}{4} \right) = \frac{1}{12} 3(66^3) \left(\frac{400^2}{4} \right)$$

$$C_w = 2874960000 \text{ mm}^3.$$

$$J = \frac{1}{3} d(t_w)^3 + \frac{2}{3} b(t_f)^3 = \frac{1}{3} 400(2)^3 + \frac{2}{3} 66(3)^3$$

$$J = 2254,667 \text{ mm}^4.$$

$$M_{cr \text{ puntir}} = \frac{\pi}{Lb} \sqrt{\left(\frac{\pi E}{Lb} \right)^2 C_w I_y + E I_y G J}$$

$$M_{cr \text{ puntir}} = \frac{\pi}{1550} \sqrt{\left(\frac{\pi 2,1 \times 10^5}{1550} \right)^2 2874960000 \times 144014,67 + 2,1 \times 10^5 \times 144014,67 \times 8,08 \times 10^4 \times 2254,667}$$

$$M_{cr \text{ puntir}} = 18187220,02 \text{ Nmm}$$

❖ Penampang Dobel Delta.

$$I_y = 239847 \text{ mm}^4.$$

$$C_w = \frac{1}{12} t_f (b^3) \left(\frac{h^2}{4} \right) + \frac{1}{6} t_w \left(\frac{b}{2} \right)^3 \left(\frac{h}{2} - \frac{b}{4} \right)^2$$

$$C_w = \frac{1}{12} 3(66^3) \left(\frac{400^2}{4} \right) + \frac{1}{6} 2 \left(\frac{66}{2} \right)^3 \left(\frac{400}{2} - \frac{66}{4} \right)^2$$

$$C_w = 3278319883 \text{ mm}^3.$$

$$J = \frac{1}{3} d(t_w)^3 + \frac{2}{3} b(t_f)^3 + 4(0,7 \times b)(t_w)^3$$

$$J = \frac{1}{3} 400(2)^3 + \frac{2}{3} 66(3)^3 + 4(0,7 \times 66)(2)^3$$

$$J = 3733,067 \text{ mm}^4.$$

$$M_{cr \text{ puntir}} = \frac{\pi}{Lb} \sqrt{\left(\frac{\pi E}{Lb} \right)^2 C_w I_y + E I_y G J}$$

$$M_{cr \text{ puntir}} = \frac{\pi}{1550} \sqrt{\left(\frac{\pi 2,1 \times 10^5}{1550} \right)^2 3278319883 \times 239847 + 2,1 \times 10^5 \times 239847 \times 8,08 \times 10^4 \times 3733,067}$$

$$M_{cr \text{ puntir}} = 25448022,85 \text{ Nmm}$$

PERHITUNGAN BEBAN MAKSIMUM TEORITIS

1. Gelagar Pelat Profil I

- Momen Inersia Sumbu Kuat

$$I_x = \frac{1}{12} t_w (d)^3 + \frac{1}{6} b t_f^3 + \frac{1}{2} (b t_f) x (d/2 + t_f/2)^2$$

$$I_x = \frac{1}{12} 2(400)^3 + \frac{1}{6} 66.3^3 + 2(66.3)x(400/2 + 3/2)^2$$

$$I_x = 26745454,67 \text{ mm}^4.$$

- Pada Pelat Sayap

$$K = 0,425 \text{ (tumpuan dimisalkan sendi dan bebas)}$$

$$F_{cr} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2) \left(\frac{b}{2t_f}\right)^2} = \frac{0,425\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2) \left(\frac{66}{2 \times 3}\right)^2}$$

$$= 666,65 \text{ Mpa} > 310 \text{ Mpa}$$

$$F_{cr \text{ pakai}} = 310 \text{ Mpa.}$$

- Pada Pelat Badan.

$$K = 23,9 \text{ (tumpuan dimisalkan sendi dan sendi)}$$

$$F_{cr \text{ badan}} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2) \left(\frac{h}{t_w}\right)^2} = \frac{23,9\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2) \left(\frac{400}{2}\right)^2}$$

$$= 113,5 \text{ Mpa} < 310 \text{ Mpa}$$

- P_{\max} Pada Pelat Sayap

$$P_{\max} = \frac{6x F_{cr \text{ sayap}} x I_x}{L Y_1} = \frac{6x 310 x 26745454,67}{4650 x 203}$$

$$= 52,7 \text{ kN}$$

- P_{\max} Pada Pelat Badan

$$P_{\max} = \frac{6x F_{cr, badan} x I_x}{L Y_1} = \frac{6x 13,5x 26745454,67}{4650x 200}$$

$$= 19,58 \text{ kN}$$

- P_{\max} Teoritis

Dipakai Pmax dengan nilai yang minimum yaitu :

$$P_{\max \text{ sayap}} > P_{\max \text{ badan}} \approx 52,7 > 19,58$$

$$P_{\max \text{ pakai}} = 19,58 \text{ kN.}$$

2. Gelagar Pelat Profil Dobel Delta

- Momen Inersia Sumbu Kuat

$$I_x = I_{ix} + \left(\frac{1}{24} t_w b^3 + 2(t_w)(b)(d/2 - b/4)^2 \right)$$

$$I_x = 26745454,67 + \frac{1}{24} (2)66^3 + 2(2)(66)(400/2 - 66/4)^2$$

$$I_x = 35658887 \text{ mm}^4.$$

Pada Pelat Sayap

$$K = 4$$

$$F_{cr1} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2) \left(\frac{b}{2t_f} \right)^2} = \frac{4\pi^2 2,1x10^5}{12(1-0,3^2) \left(\frac{66}{2x3} \right)^2}$$

$$F_{cr1} = 6274,38 \text{ MPa} > 310 \text{ MPa}$$

$$F_{cr1 \text{ pakai}} = 310 \text{ MPa.}$$

- Pada Pelat Badan.

$$K = 23,9 \text{ (tumpuan dimisalkan sendi dan sendi)}$$

$$F_{cr\text{badan}} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2)\left(\frac{h}{t_w}\right)^2} = \frac{23,9\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2)\left(\frac{334}{2}\right)^2}$$

$$= 162,65 \text{ Mpa} < 310 \text{ Mpa}$$

- P_{\max} Pada Pelat Sayap

$$P_{\max} = \frac{6x F_{cr\text{sayap}} x I_x}{LY_1} = \frac{6x 310 x 35658887}{4650 x 203}$$

$$= 70,26 \text{ kN}$$

- P_{\max} Pada Pelat Badan

$$P_{\max} = \frac{6x F_{cr\text{badan}} x I_x}{LY_1} = \frac{6x 162,65 x 35658887}{4650 x 167}$$

$$= 44,81 \text{ kN.}$$

- P_{\max} Teoritis

Dipakai P_{\max} dengan nilai yang minimum yaitu :

$$P_{\max\text{sayap}} > P_{\max\text{badan}} \approx 70,26 > 44,81$$

$$P_{\max\text{pakai}} = 44,81 \text{ kN.}$$

PERHITUNGAN BEBAN TEORITIS BERDASARKAN TEGANGAN GESER

1. Gelagar Pelat Profil I.

$$V_{cr} = A_w \times F_{cr}$$

$$A_w = h \times t_w = 400 \times 2 = 800 \text{ mm}^2.$$

Bila dipakai $a = 775 \text{ mm}$

Untuk $a/h = 775 / 400 = 1,9375 > 1$ maka;

$$k = 5,34 + \frac{4}{(a/h)^2} = 5,34 + \frac{4}{(1,9375)^2}$$

$$k = 6,405$$

$$F_{cr} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2) \left(\frac{h}{t_w}\right)^2} = \frac{6,405\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2) \left(\frac{400}{2}\right)^2}$$

$$F_{cr} = 30,39 \text{ MPa} < 310 \text{ MPa}$$

Jadi gaya geser teoitis sebesar

$$V_{cr} = A_w \times F_{cr} = 800 \times 30,39$$

$$V_{cr} = 24313,4 \text{ N} \approx 24,4 \text{ kN}$$

$$P = V_{cr} \times 2 = 24,3 \times 2 = 48,6 \text{ kN.}$$

2. Gelagar Pelat Profil Dobel Delta

$$V_{cr} = A_w \times F_{cr}$$

$$A_{w1} = h \times t_w = 334 \times 2 = 668 \text{ mm}^2.$$

$$A_{w2} = h \times t_w = 33 \times 2 = 66 \text{ mm}^2.$$

- Pada badan dengan $h = 334 \text{ mm}$

Bila dipakai $a = 775 \text{ mm}$

Untuk $a/h = 775 / 334 = 2,31 > 1$ maka;

$$k = 5,34 + \frac{4}{(a/h)^2} = 5,34 + \frac{4}{(2,31)^2}$$

$$k = 6,08$$

$$F_{cr} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2)\left(\frac{h}{t_w}\right)^2} = \frac{6,08\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2)\left(\frac{334}{2}\right)^2}$$

$$F_{cr} = 41,37 \text{ MPa} < 310 \text{ MPa}$$

- Pada badan dengan $h = 33 \text{ mm}$

Untuk $a/h = 775 / 33 = 23,48 > 1$ maka;

$$k = 5,34 + \frac{4}{(a/h)^2} = 5,34 + \frac{4}{(23,48)^2}$$

$$k = 5,34$$

$$F_{cr} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2)\left(\frac{h}{t_w}\right)^2} = \frac{5,34\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2)\left(\frac{33}{2}\right)^2}$$

$$F_{cr} = 3722,8 \text{ MPa} > 310 \text{ MPa}$$

$$F_{cr \text{ pakai}} = 310 \text{ Mpa}$$

Jadi gaya geser teotitis sebesar

$$V_{cr1} = A_w \times F_{cr} = 668 \times 41,37$$

$$V_{cr1} = 27,63 \text{ kN}$$

$$V_{cr2} = A_w \times F_{cr} = 66 \times 310$$

$$V_{cr2} = 20,46 \text{ kN}$$

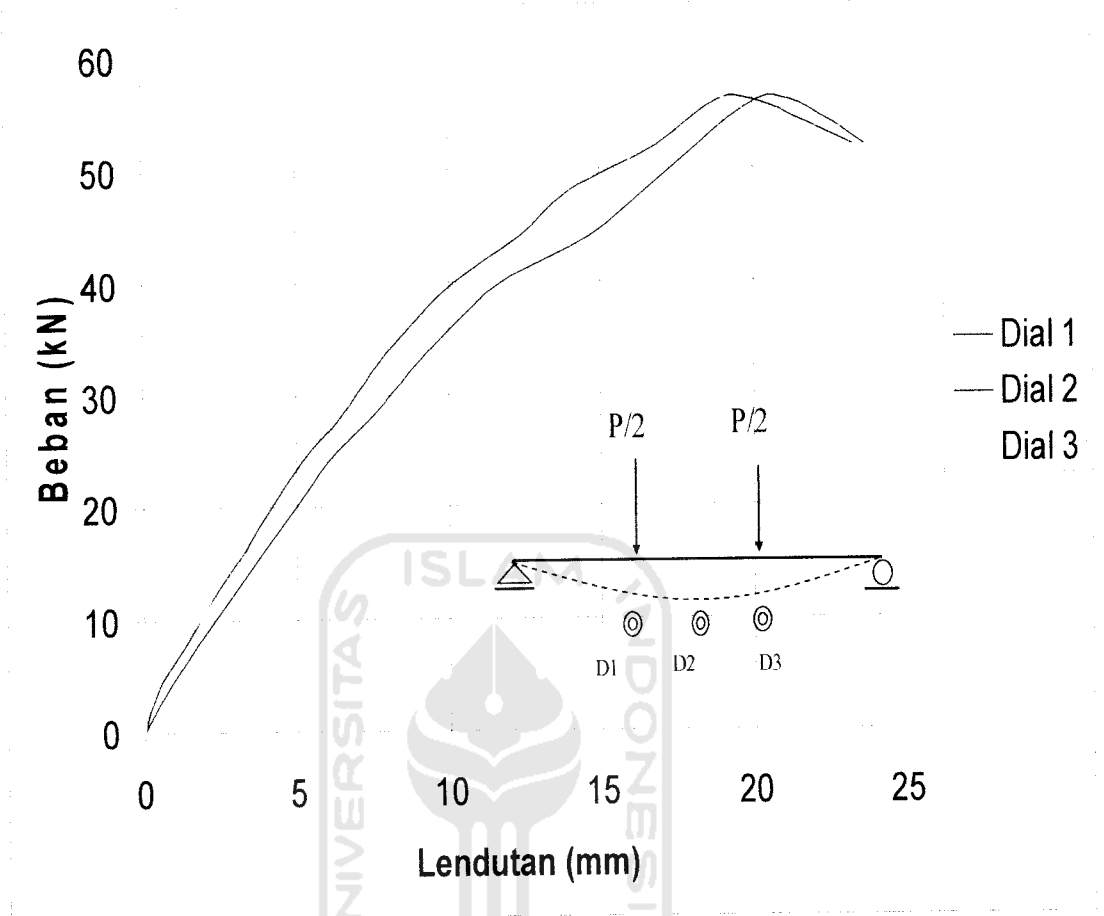
$$V_{cr \text{ total}} = V_{cr1} + V_{cr2} = 27,63 + 20,46 = 48,09$$

$$P = V_{cr} \times 2 = 48,09 \times 2 = 96,18 \text{ kN}$$

DATA BEBAN – LENDUTAN HASIL UJI

Tabel Beban-Lendutan Hasil Uji Gelagar Pelat I

Beban		Lendutan (mm)			P/Δ
P (ton)	kN	Dial 1	Dial 2	Dial 3	(kN/mm)
0.0	0	0	0	0	0
0.4	4	0,5	0,80	0,25	5
0.8	8	1,37	1,78	1,29	4,494382
1.2	12	2,23	2,82	2,32	4,255319
1.6	16	3,25	3,87	3,31	4,134367
2.0	20	4,17	4,96	4,40	4,032258
2.4	24	5,17	6,05	5,40	3,966942
2.8	28	6,45	7,52	7,20	3,723404
3.2	32	7,49	8,72	8,25	3,669725
3.6	36	8,74	10,12	9,38	3,557312
4.0	40	10,21	11,76	11,25	3,401361
4.4	44	12,35	14,64	13,36	3,005464
4.8	48	14,00	16,47	15,22	2,91439
5.2	52	16,84	18,18	16,38	2,860286
5.6	56	18,89	20,14	18,29	2,780536
5.6	56	20,02	21,20	19,23	2,641509
5.4	54	21,76	22,60	20,27	2,389381
5.2	52	23,27	23,67	22,10	2,196874

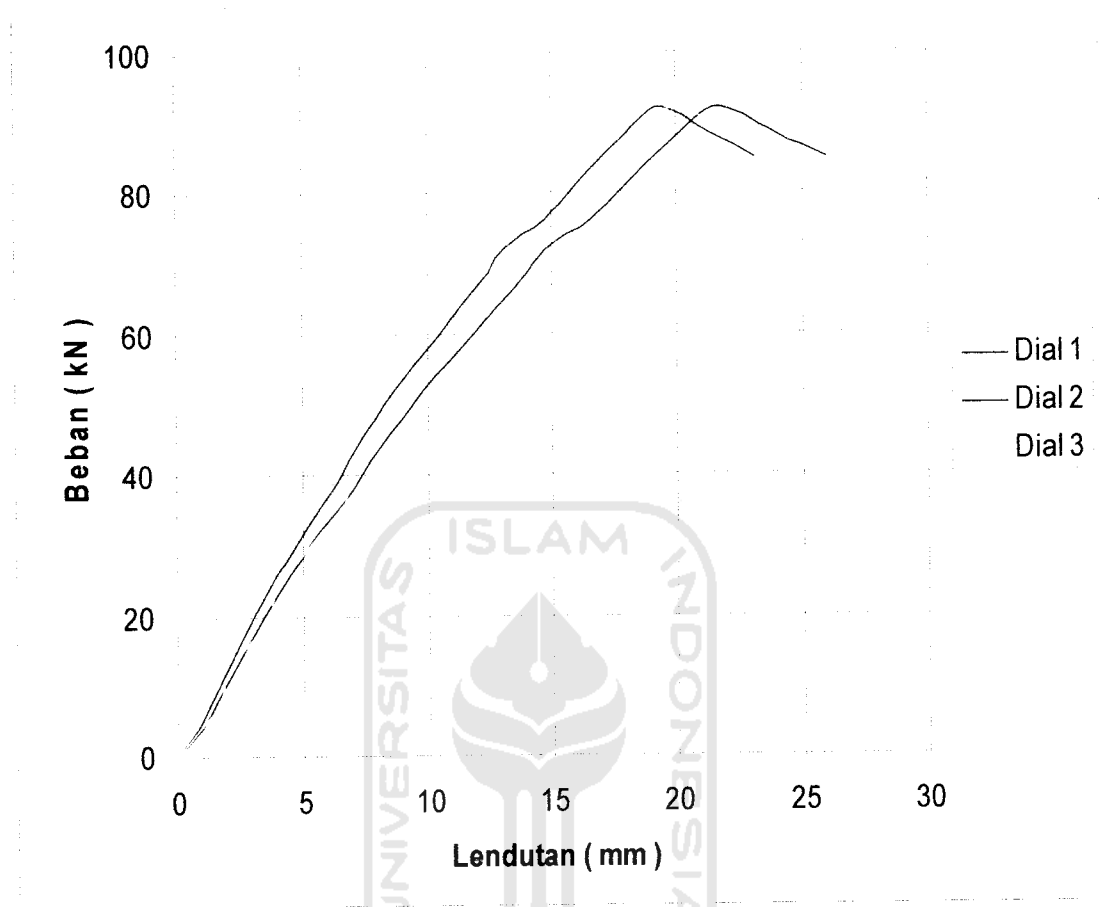


Grafik Beban-Lendutan Hasil Uji Gelagar Pelat I

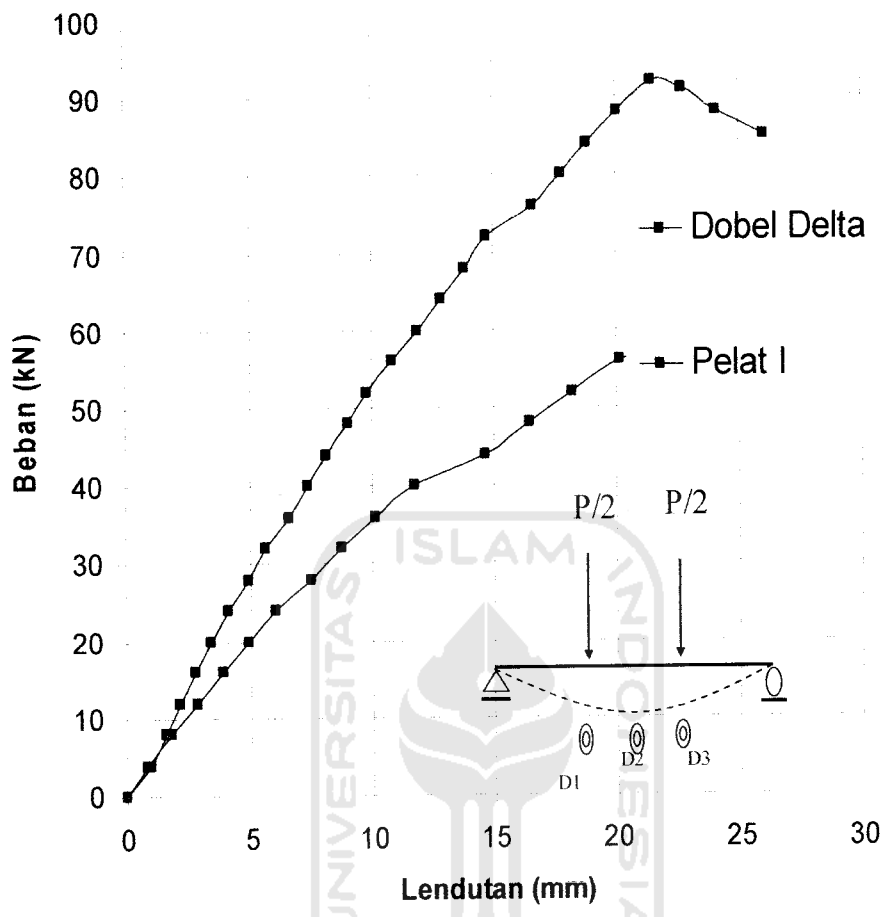


Tabel Beban-Lendutan Hasil Uji Gelagar Pelat Dobel Delta

Beban		Lendutan (mm)			P/Δ
P (ton)	kN	Dial 1	Dial 2	Dial 3	kN/mm
0.0	0	0	0	0	0
0.4	4	0,84	0,95	0,88	4,2105
0.8	8	1,37	1,58	1,68	5,0633
1.2	12	1,89	2,15	1,97	5,5814
1.6	16	2,47	2,80	2,81	5,7143
2.0	20	3,03	3,43	3,67	5,8309
2.4	24	3,62	4,08	3,90	5,8824
2.8	28	4,33	4,90	4,81	5,7143
3.2	32	5,03	5,65	5,73	5,6637
3.6	36	5,78	6,59	6,66	5,4628
4.0	40	6,53	7,35	6,98	5,4422
4.4	44	7,19	8,12	7,84	5,4187
4.8	48	7,94	9,00	8,79	5,3333
5.2	52	8,66	9,80	9,70	5,3061
5.6	56	9,56	10,82	10,68	5,1756
6.0	60	10,49	11,86	11,66	5,0590
6.4	64	11,34	12,82	12,08	4,9922
6.8	68	12,26	13,84	12,95	4,9133
7.2	72	13,03	14,70	13,83	4,8980
7.6	76	14,71	16,58	15,71	4,5838
8.0	80	15,76	17,75	16,67	4,5070
8.4	84	16,74	18,82	17,62	4,4633
8.8	88	17,96	20,05	18,71	4,3890
9.2	92	19,19	21,49	19,76	4,2811
9.1	91	20,23	22,68	20,84	4,0123
8.8	88	21,45	24,08	21,98	3,6545
8.5	85	23,08	26,01	23,92	3,2680



Grafik Hubungan Beban-Lendutan Hasil Uji Gelagar Pelat Dobel Delta



Grafik Perbandingan Beban-Lendutan Gelagar Pelat Dobel Delta Dan Gelagar Pelat I

PERHITUNGAN KOEFISIEN TEKUK HASIL UJI

1. Gelagar Pelat Profil I

Diketahui data-data hasil pengujian sebagai berikut :

$$P_{\max} = 56 \text{ kN}$$

$$L = 4650 \text{ mm}$$

$$I_x = 26745454,67 \text{ mm}^4.$$

$$M_{cr} = \frac{1}{6} P_{\max} x L = \frac{1}{6} 56000 x 4650$$

$$M_{cr} = 4340000 \text{ kgmm.}$$

$$S_x = \frac{I_x}{Y} = \frac{26745454,67}{203}$$

$$S_x = 131751,01 \text{ mm}^3.$$

$$F_{cr} = \frac{M_{cr}}{S_x} = \frac{4340000}{131751,01}$$

$$F_{cr} = 32,94 \text{ Kg/mm}^2. = 329,40 \text{ Mpa} > F_y = 310 \text{ MPa}$$

$$F_{cr} = 310 \text{ MPa}$$

- Koefisien Tekuk Pada Pelat Sayap

$$F_{cr} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2) \left(\frac{b}{2t_f}\right)^2}$$

$$k = \frac{12(1-\mu^2) \left(\frac{b}{2t_f}\right)^2 F_{cr}}{\pi^2 E} = \frac{12(1-0,3^2) \left(\frac{66}{2x3}\right)^2 329,4}{\pi^2 2,1x10^5}$$

$$k = 0,21$$

- Koefisien Tekuk Pada Pelat Badan

$$F_{cr} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2) \left(\frac{h}{t_w}\right)^2}$$

$$k = \frac{12(1-\mu^2) \left(\frac{h}{t_w}\right)^2 F_{cr}}{\pi^2 E} = \frac{12(1-0,3^2) \left(\frac{400}{2}\right)^2 329,4}{\pi^2 2,1 \times 10^5}$$

$$k = 69,42$$

2. Gelagar Pelat Profil Dobel Delta

Diketahui data-data hasil pengujian sebagai berikut :

$$P_{max} = 92 \text{ kN}$$

$$L = 4650 \text{ mm}$$

$$I_x = 35658887 \text{ mm}^4.$$

$$M_{cr} = \frac{1}{6} P_{max} \times L = \frac{1}{6} 9200 \times 4650$$

$$M_{cr} = 7130000 \text{ kgmm.}$$

$$S_x = \frac{I_x}{Y} = \frac{35658887}{203}$$

$$S_x = 175659,54 \text{ mm}^3.$$

$$F_{cr} = \frac{M_{cr}}{S_x} = \frac{7130000}{175659,54}$$

$$F_{cr} = 40,58 \text{ Kg/mm}^2. = 405,8 \text{ Mpa} > F_y = 310 \text{ MPa}$$

$$F_{cr} = 310 \text{ MPa}$$

- Koefisien Tekuk Pada Pelat Sayap

$$F_{cr} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2) \left(\frac{b}{2t_f}\right)^2}$$

$$k = \frac{12(1 - \mu^2) \left(\frac{b}{2t_f} \right)^2 F_{cr}}{\pi^2 E} = \frac{12(1 - 0,3^2) \left(\frac{66}{2 \times 3} \right)^2 405,8}{\pi^2 2,1 \times 10^5}$$

$$k = 0,26$$

- Koefisien Tekuk Pada Pelat Badan

$$F_{cr} = \frac{k\pi^2 E}{12(1 - \mu^2) \left(\frac{h}{t_w} \right)^2}$$

$$k = \frac{12(1 - \mu^2) \left(\frac{h}{t_w} \right)^2 F_{cr}}{\pi^2 E} = \frac{12(1 - 0,3^2) \left(\frac{400}{2} \right)^2 405,8}{\pi^2 2,1 \times 10^5}$$

$$k = 85,52$$



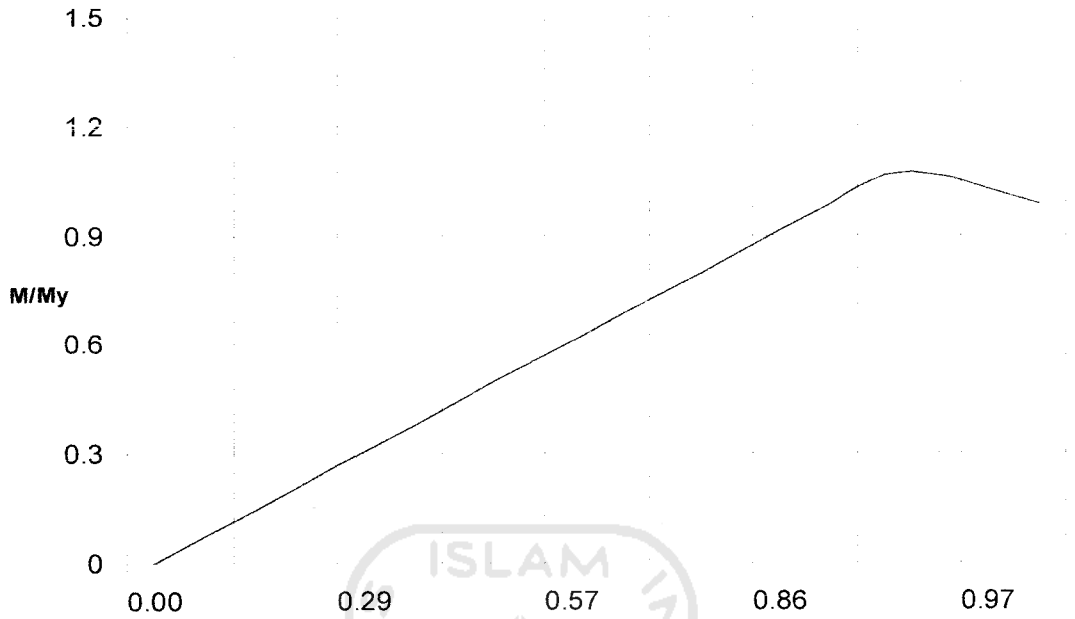
HUBUNGAN MOMEN – KELENGKUNGAN HASIL UJI

Hubungan Momen – Kelengkungan Gelagar Pelat I

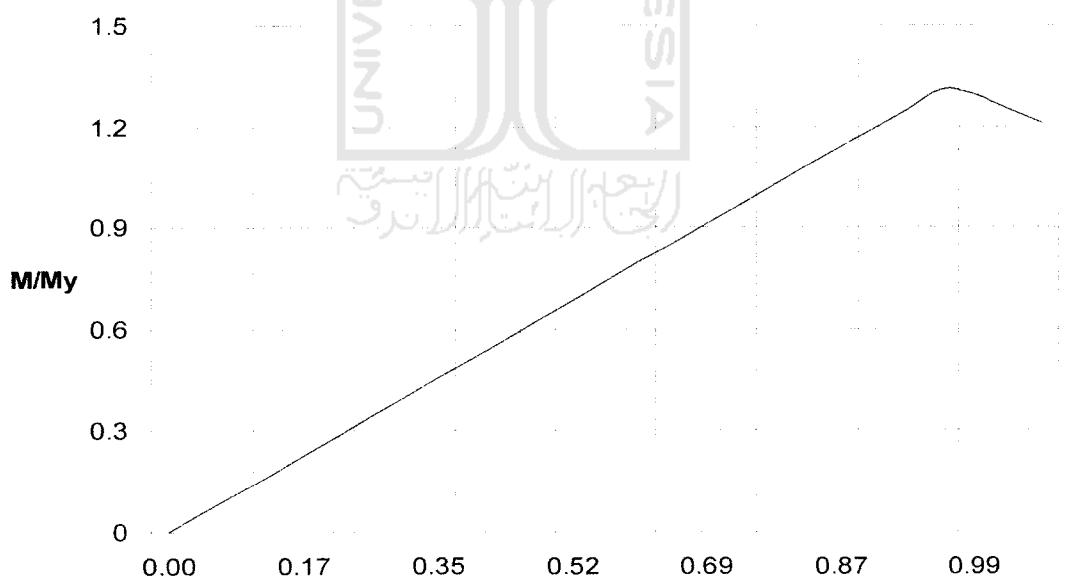
Beban		Momen		Fcr	Regangan		Kelengkungan
P (ton)	kN	(kNm)	M/My	(Mpa)		ϕ/ϕ_y	1/mm
0.0	0	0	0	0	0	0	0.0000000
0.4	4	3100	0.07590	23.5292	0.00011	0.0718	0.0000006
0.8	8	6200	0.15180	47.0585	0.00022	0.1436	0.0000011
1.2	12	9300	0.22770	70.5877	0.00034	0.2155	0.0000017
1.6	16	12400	0.30360	94.1169	0.00045	0.2873	0.0000022
2.0	20	15500	0.37950	117.6462	0.00056	0.3591	0.0000028
2.4	24	18600	0.45540	141.1754	0.00067	0.4309	0.0000034
2.8	28	21700	0.53131	164.7046	0.00078	0.5028	0.0000039
3.2	32	24800	0.60721	188.2339	0.00090	0.5746	0.0000045
3.6	36	27900	0.68311	211.7631	0.00101	0.6464	0.0000050
4.0	40	31000	0.75901	235.2923	0.00112	0.7182	0.0000056
4.4	44	34100	0.83491	258.8215	0.00123	0.7901	0.0000062
4.8	48	37200	0.91081	282.3508	0.00134	0.8619	0.0000067
5.2	52	40300	0.98671	305.8800	0.00146	0.9337	0.0000073
5.6	56	43400	1.06261	329.4092	0.00157	1.0055	0.0000078
5.6	56	43400	1.06261	329.4092	0.00157	1.0055	0.0000078
5.4	54	41850	1.02466	317.6446	0.00151	0.9696	0.0000076
5.2	52	40300	0.98671	305.8800	0.00146	0.9337	0.0000073

Hubungan Momen – Kelengkungan Gelagar Pelat Dobel Delta

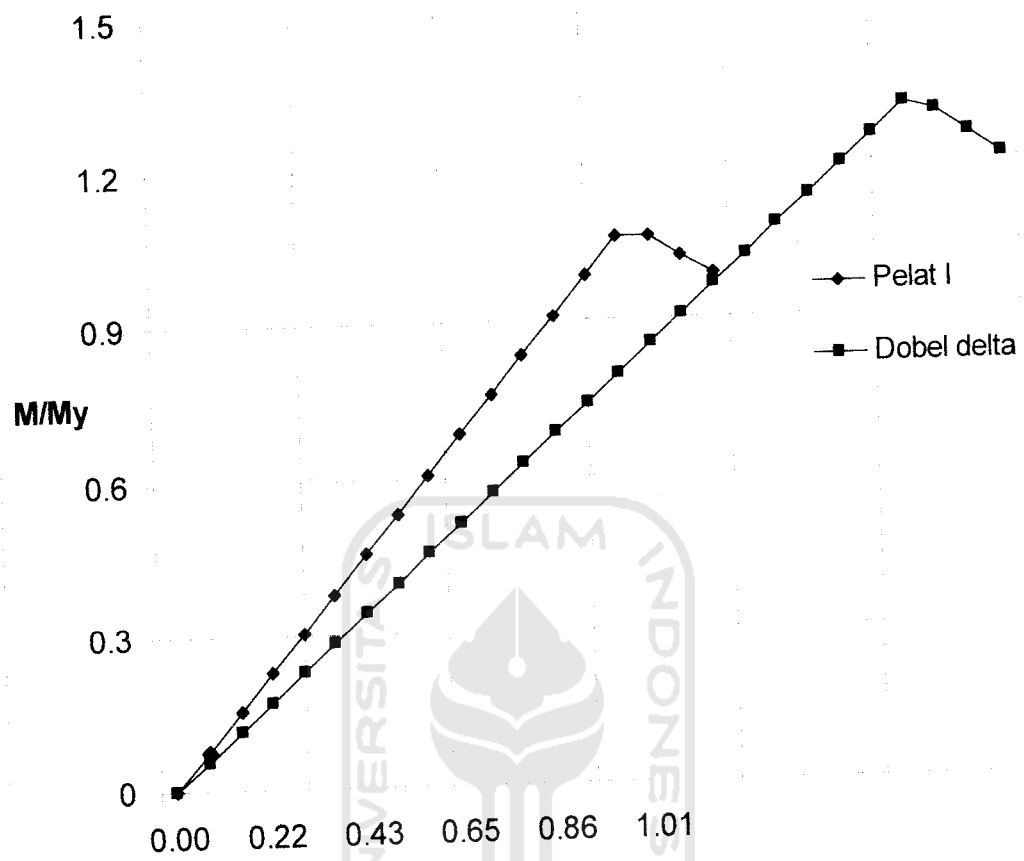
Beban		Momen		Fcr	Regangan		Kelengkungan
P (ton)	kN	(kNmm)	M/My	(Mpa)		ϕ/ϕ_y	1/mm
0.0	0	0	0	0	0	0	0
0.4	4	3100	0.0569	17.6478	0.000084	0.04332	0.0000004
0.8	8	6200	0.1139	35.2955	0.000168	0.08664	0.0000008
1.2	12	9300	0.1708	52.9433	0.000252	0.12995	0.0000013
1.6	16	12400	0.2277	70.5911	0.000336	0.17327	0.0000017
2.0	20	15500	0.2846	88.2389	0.000420	0.21659	0.0000021
2.4	24	18600	0.3416	105.8866	0.000504	0.25991	0.0000025
2.8	28	21700	0.3985	123.5344	0.000588	0.30323	0.0000029
3.2	32	24800	0.4554	141.1822	0.000672	0.34654	0.0000034
3.6	36	27900	0.5124	158.8300	0.000756	0.38986	0.0000038
4.0	40	31000	0.5693	176.4777	0.000840	0.43318	0.0000042
4.4	44	34100	0.6262	194.1255	0.000924	0.47650	0.0000046
4.8	48	37200	0.6831	211.7733	0.001008	0.51982	0.0000050
5.2	52	40300	0.7401	229.4211	0.001092	0.56313	0.0000055
5.6	56	43400	0.7970	247.0688	0.001177	0.60645	0.0000059
6.0	60	46500	0.8539	264.7166	0.001261	0.64977	0.0000063
6.4	64	49600	0.9109	282.3644	0.001345	0.69309	0.0000067
6.8	68	52700	0.9678	300.0122	0.001429	0.73641	0.0000071
7.2	72	55800	1.0247	317.6599	0.001513	0.77972	0.0000076
7.6	76	58900	1.0816	335.3077	0.001597	0.82304	0.0000080
8.0	80	62000	1.1386	352.9555	0.001681	0.86636	0.0000084
8.4	84	65100	1.1955	370.6033	0.001765	0.90968	0.0000088
8.8	88	68200	1.2524	388.2510	0.001849	0.95300	0.0000092
9.2	92	71300	1.3094	405.8988	0.001933	0.99632	0.0000097
9.1	91	70525	1.2951	401.4869	0.001912	0.98549	0.0000096
8.8	88	68200	1.2524	388.2510	0.001849	0.95300	0.0000092
8.5	85	65875	1.2097	375.0152	0.001786	0.92051	0.0000089



Grafik Hubungan Momen-Kelengkungan Gelagar Pelat I



Grafik Hubungan Momen - Kelengkungan Gelagar Pelat Dobel Delta.



Grafik Hubungan Momen Kelengkungan Gelagar Pelat I dan Dobel Delta

Perhitungan Hubungan Momen – Kelengkungan Secara Teoritis

1. Gelagar Pelat I

Kondisi elastis

$$M = F_{cr} \cdot x S_x$$

$$F_{cr} = 113,5 \text{ MPa} < 310 \text{ Mpa}$$

$$S_x = 131751,01 \text{ mm}^3.$$

$$M = 113,5 \times 131751,01$$

$$M = 14953,739 \text{ kNmm}$$

Nilai regangan

$$\varepsilon = \frac{F_{cr}}{E} = \frac{113,5}{2 \times 10^5} = 5,67 \times 10^{-4}$$

Nilai Kelengkungan

$$\phi = \frac{\varepsilon}{h/2} = \frac{5,67 \times 10^{-4}}{400/2} = 2,83 \times 10^{-6} \text{ 1/mm.}$$

2. Gelagar Pelat Dobel Delta

Kondisi elastis

$$M = F_{cr} \cdot x S_x$$

$$F_{cr} = 162,65 \text{ MPa} < 230 \text{ Mpa}$$

$$S_x = 175659,54 \text{ mm}^3.$$

$$M = 162,65 \times 175659,54$$

$$M = 28571,02 \text{ kNmm}$$

Nilai regangan

$$\varepsilon = \frac{F_{cr}}{E} = \frac{162,65}{2 \times 10^5} = 8,13 \times 10^{-4}$$

Nilai Kelengkungan

$$\phi = \frac{\varepsilon}{h/2} = \frac{8,13 \times 10^{-4}}{334/2} = 4,86 \times 10^{-6} \text{ 1/mm.}$$



**PERHITUNGAN RASIO MOMEN NOMINAL (M_n) TERHADAP MOMEN
LELEH (M_y) SECARA TEORITIS**

1. Pelat I.

$$\frac{M_n}{M_y} = \left[1 - 0,0005 \frac{A_w}{2A_f} \left(\frac{h}{t_w} - \frac{970}{\sqrt{F_{cr}}} \right) \right]$$

$$\frac{M_n}{M_y} = \left[1 - 0,0005 \frac{800}{396} \left(\frac{400}{2} - \frac{970}{\sqrt{113,5}} \right) \right]$$

$$\frac{M_n}{M_y} = 0,88$$

2. Pelat Dobel Delta

$$\frac{M_n}{M_y} = \left[1 - 0,0005 \frac{A_w}{2A_f} \left(\frac{h}{t_w} - \frac{970}{\sqrt{F_{cr}}} \right) \right]$$

$$\frac{M_n}{M_y} = \left[1 - 0,0005 \frac{800}{769,35} \left(\frac{334}{2} - \frac{970}{\sqrt{162,65}} \right) \right]$$

$$\frac{M_n}{M_y} = 0,95$$

**PERHITUNGAN RASIO MOMEN NOMINAL (M_n) TERHADAP MOMEN
LELEH (M_y) Hasil Uji**

1 Pelat I.

$$\frac{M_n}{M_y} = \frac{F_{crUji}}{F_y}$$

$$\frac{M_n}{M_y} = \frac{329,4}{310}$$

$$\frac{M_n}{M_y} = 1,06$$

2 Pelat Dobel Delta

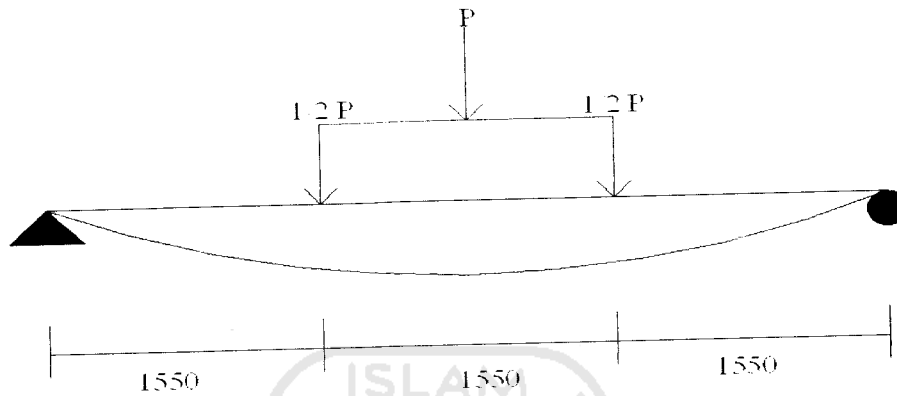
$$\frac{M_n}{M_y} = \frac{F_{crUji}}{F_y}$$

$$\frac{M_n}{M_y} = \frac{405,8}{310}$$

$$\frac{M_n}{M_y} = 1,31$$



PERHITUNGAN LENDUTAN TEORITIS



1. Gelagar Pelat I

$$P = 19,58 \text{ kN.}$$

$$E = 2 \times 10^5 \text{ MPa.}$$

$$I_x = 26745454,67 \text{ mm}^4.$$

$$EI = 2 \times 10^5 \times 26745454,67 = 5,34 \times 10^{12} \text{ N/mm}^2.$$

$$L = 4650 \text{ mm}$$

$$\Delta = \frac{23PL^3}{1296EI} = \frac{23 \times 19580 \times 4650^3}{1296 \times 5,34 \times 10^{12}} = 6,54 \text{ mm}$$

2. Gelagar Pelat Dobel Delta

$$P = 44,81 \text{ kN}$$

$$E = 2 \times 10^5 \text{ MPa.}$$

$$I_x = 35658887 \text{ mm}^4.$$

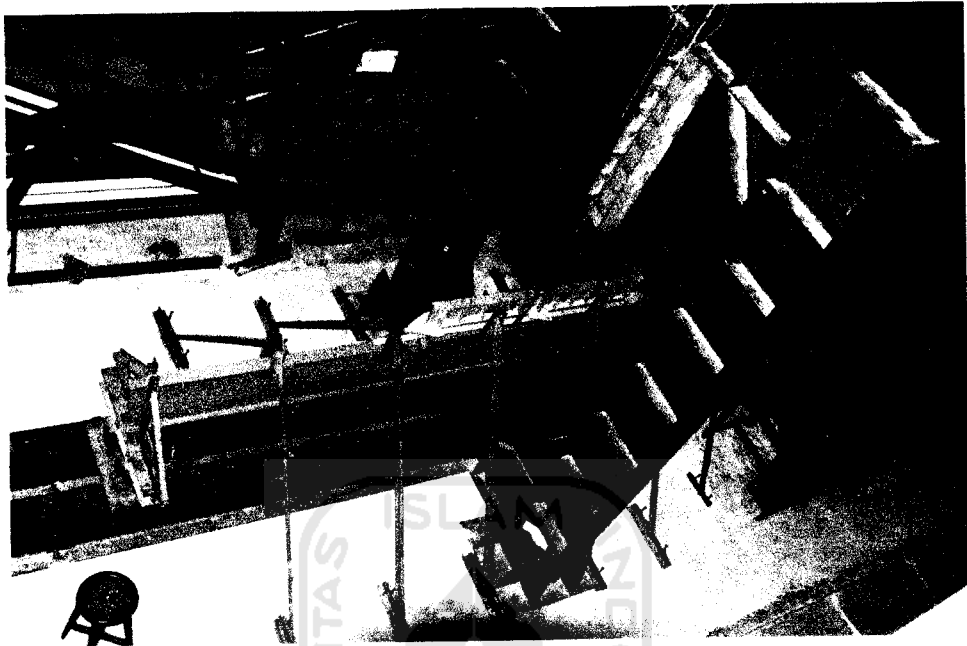
$$EI = 2 \times 10^5 \times 35658887 = 7,13 \times 10^{12} \text{ N/mm}^2.$$

$$L = 4650 \text{ mm}$$

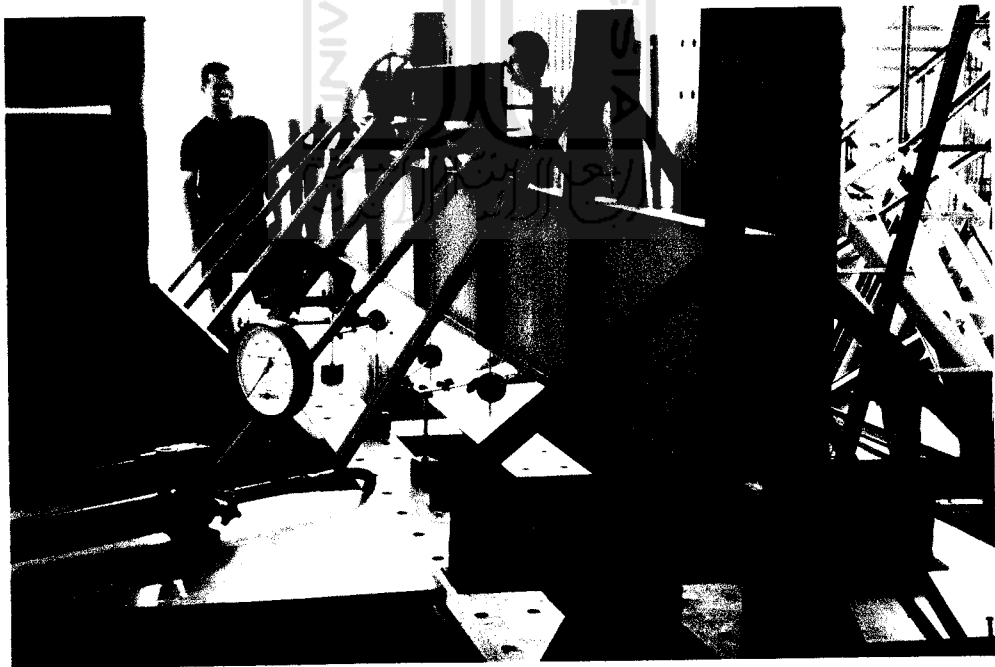
$$\Delta = \frac{23PL^3}{1296EI} = \frac{23 \times 44810 \times 4650^3}{1296 \times 7,13 \times 10^{12}} = 11,2 \text{ mm}$$



FOTO PELAKSANAAN PENGUJIAN.

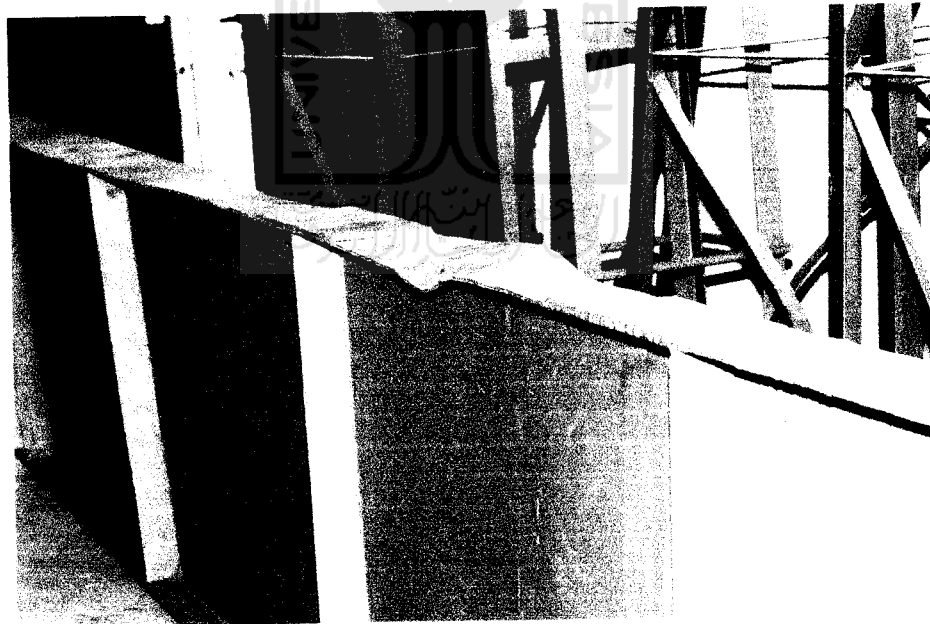


Seting Peralatan Sebelum Pengujian





Pengujian Dan Pembacaan Hasil Uji



Kerusakan Tekuk Lokal Pada Pelat Sayap Profil I



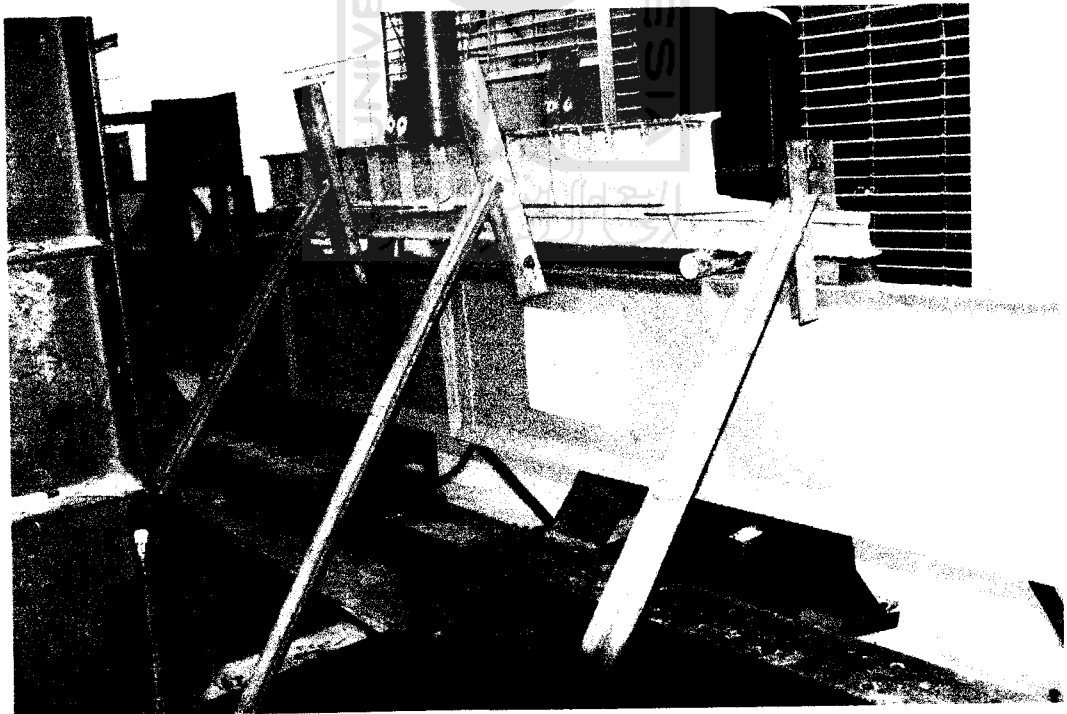
Kerusakan Tekuk Puntir Lateral Pada Pelat I

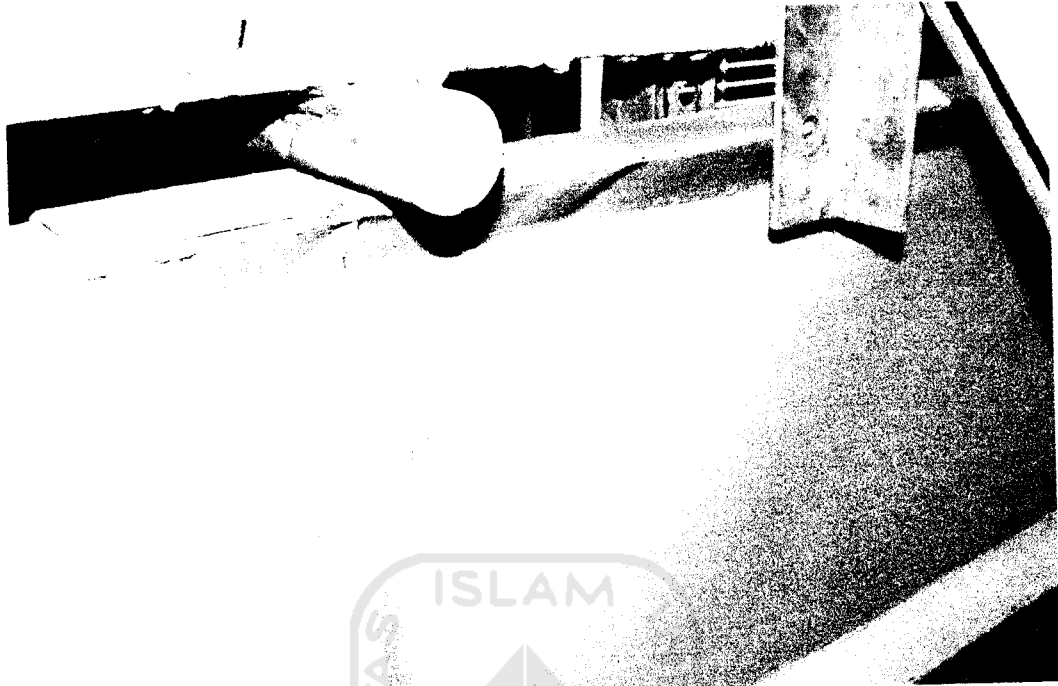


Gambar Tampak Samping Pelat I

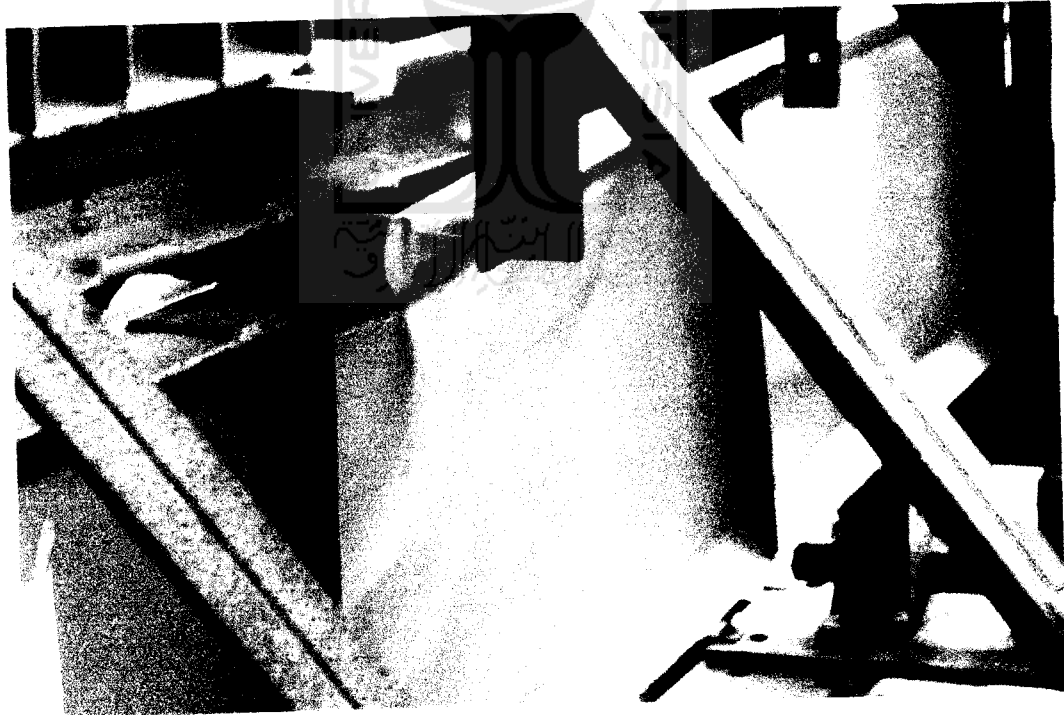


Gambar Tampak Samping Pelat Dobel Delta





Kerusakan Tekuk Lokal Pada Pelat Sayap Profil Dobel Delta



Kerusakan Tekuk Puntir Lateral Pada Pelat Dobel Delta