

Gambar 5.8 Grafik Hubungan Beban – Lendutan Profil Dobel Delta

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilaksanakan didapat Beban maksimum yang mampu diterima profil I sebesar 31,5 kN dengan besar lendutan yang terjadi sebesar 15,16 mm. Sedangkan beban maksimum yang mampu ditahan profil dobel Delta sebesar 49,5 kN dengan lendutan yang terjadi sebesar 13,86 mm. dari data-data tersebut jelas bahwa dengan memodifikasi pelat I menjadi Pelat Dobel Delta akan dapat meningkatkan kemampuan pelat sebesar 1,57 kali. Selain itu, dengan memodifikasi pelat I menjadi pelat Dobel Delta akan mengurangi penurunan yang diakibatkan oleh beban sebesar 1,1 kali. Penambahan pelat pada $\frac{1}{2}$ b plat dapat menambahkan kekakuan pada pelat sebesar 1,72 kali. Dari pengujian ini dapat diambil kesimpulan bahwa dengan memodifikasi pelat I menjadi dobel delta akan meningkatkan kekuatan, kekakuan, dan mengurangi lendutan (*defleksi*) yang terjadi pada gelagar pelat.



Penelitian oleh saudara **Sindhu** dan **Widhid** dengan variasi h/b yang lebih besar pada Gambar (5.7) dan Gambar (5.8) terjadi peningkatan beban sehingga dapat meningkatkan kekuatan dan kekakuan gelagar pelat. Dapat disimpulkan bahwa semakin lebar pelat sayap akan meningkatkan kekuatan dan kekakuan pada gelagar pelat I dan Gelagar pelat Dobel Delta. Hal ini terbukti jelas pada hasil penelitian yang ditunjukkan pada Gambar (5.7) dan Gambar (5.8).

5.4.2 Rasio Nilai Momen Batas (M_{cr}) Gelagar Penampang I dan Dobel Delta.

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 5.6 didapatkan tegangan kritis pada gelagar pelat Dobel Delta adalah 210 MPa dan tegangan kritis pada pelat I adalah 178,78 MPa. Dari hasil ini terbukti bahwa dengan memodifikasi pelat I dengan menambahkan pelat penopang pada sisi pelat dapat meningkatkan nilai tegangan kritis sampai 1,17 kali.

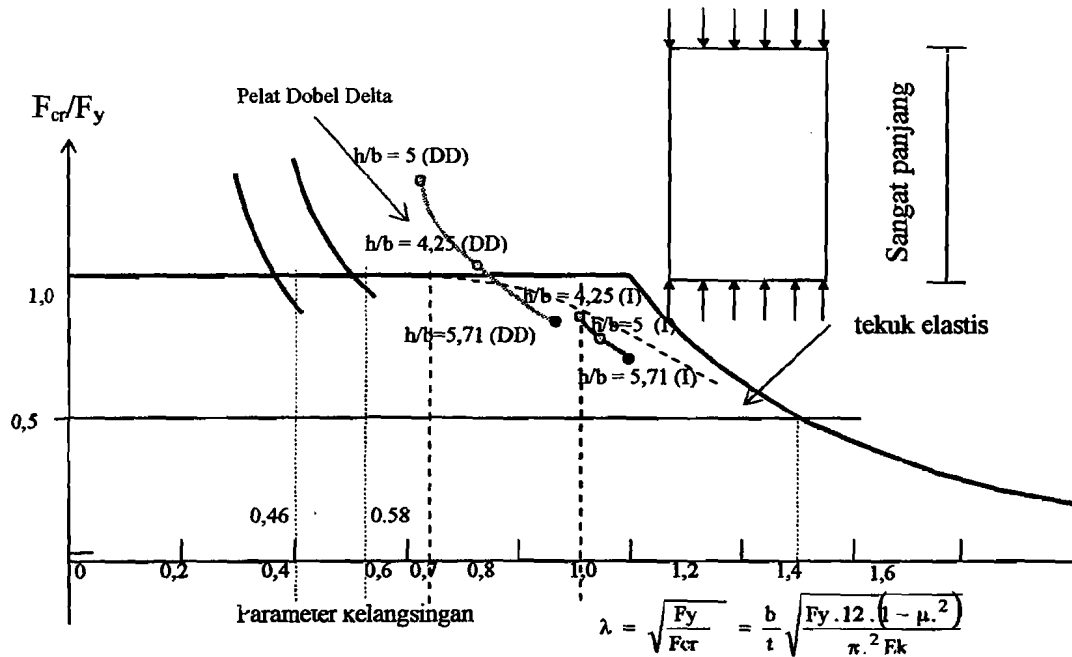
Penelitian yang dilaksanakan oleh saudara **Sindhu** dan saudari **Widhid** dengan menggunakan variasi lebar yang lebih besar dapat meningkatkan nilai tegangan kritis baik pada pelat I dan pada pelat Dobel Delta. Lebih jelasnya dilihat pada Tabel (5.8) dimana didapatkan peningkatan tegangan kritis pada gelagar pelat I dan Gelagar pelat dobel delta.

Dengan mengetahui nilai tegangan kritis dan beban maksimum yang mampu diterima gelagar pelat dapat diketahui nilai momen kritis pada pelat I dan pelat Dobel Delta. Dari Tabel (5.5) didapatkan bahwa momen kritis pada pelat I adalah 24412500

Nmm^2 sedangkan pada pelat Dobel Delta nilai momen kritis adalah sebesar 38362500 Nmm^2 . Hal ini membuktikan bahwa nilai momen kritis pelat dobel delta meningkat 1,57 kali dari pelat I. Selain pada hasil uji nyata telah dibuktikan juga secara teoritis bahwa pada pelat I nilai momen kritis adalah 37588900 Nmm^2 sedangkan pada pelat Dobel Delta nilai momen kritis adalah sebesar $51042400,82 \text{ Nmm}^2$. Rasio momen kritis berdasarkan hasil perhitungan teoritis pada Tabel (5.6) adalah sebesar 1,36 kali.

Dari pengujian yang telah dilakukan bersama Saudara Sindhu, Saudari Widhid jelas bahwa semakin besar lebar pelat sayap akan meningkatkan momen kritis pelat. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5.4 Hubungan momen batas gelagar pelat Dobel Delta terhadap Pelat I. Sehingga, dapat disimpulkan bahwa semakin lebar pelat sayap akan meningkatkan tegangan kritis pelat dan secara teoritis akan meningkatkan momen kritis pada pelat dan telah terbukti bahwa nilai uji nyata di Laboratorium lebih besar daripada nilai uji secara teoritis seperti hasil uji pada Gambar (5.4).

Untuk dapat membuktikan kebenaran penelitian yang telah dilakukan dapat dijelaskan pada Gambar grafik oleh *Ostapenko (1971)* yang menunjukkan parameter kelangsingan terhadap rasio tegangan kritis pelat. Perhatikan Gambar (5.9) dibawah sebagai berikut yaitu :



Gambar 5.9 Kurva Parameter Kelangsingan Panjang

Dari Gambar (5.9) dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi nilai tegangan kritisnya maka kelangsingan pelat semakin kecil. Dengan meningkatnya tegangan kritis pelat akan meningkatkan kekakuan gelagar. Gambar (5.9) juga menunjukkan bahwa pemberian pelat penopang pada sisi pelat sayap dan pelat badan akan meningkatkan nilai tegangan kritis pelat. Jadi, pemberian pelat penopang pada sisi pelat sayap dan pelat badan akan meningkatkan kekuatan pelat.

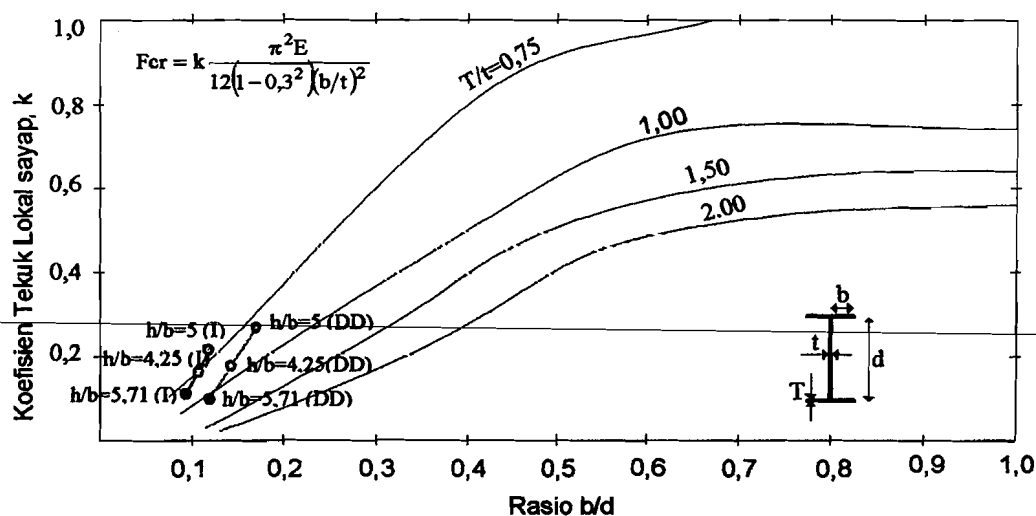
5.4.4 Rasio Nilai Koefisien Tekuk (k) Gelagar Penampang I dan Dobel Delta.

Dari penelitian yang telah dilakukan berdasarkan perhitungan pada Tabel (5.9) dan Tabel (5.10) didapatkan nilai koefisien tekuk pada pelat sayap adalah 0,13 untuk pelat I dan pada pelat dobel delta nilai koefisien tekuk adalah 0,15. Pada pelat

badan nilai koefisien tekuk penampang I adalah 37,64 dan pada pelat Dobel delta adalah sebesar 30,11.

Pada penelitian yang diuji oleh saudara **Sindhu** dan Saudari **Widhid** dengan variasi lebar yang lebih besar didapatkan bahwa nilai koefisien tekuk pada pelat sayap dan pelat badan akan semakin meningkat. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lebar pelat sayap akan meningkatkan koefisien tekuk pelat sayap maupun pelat badan.

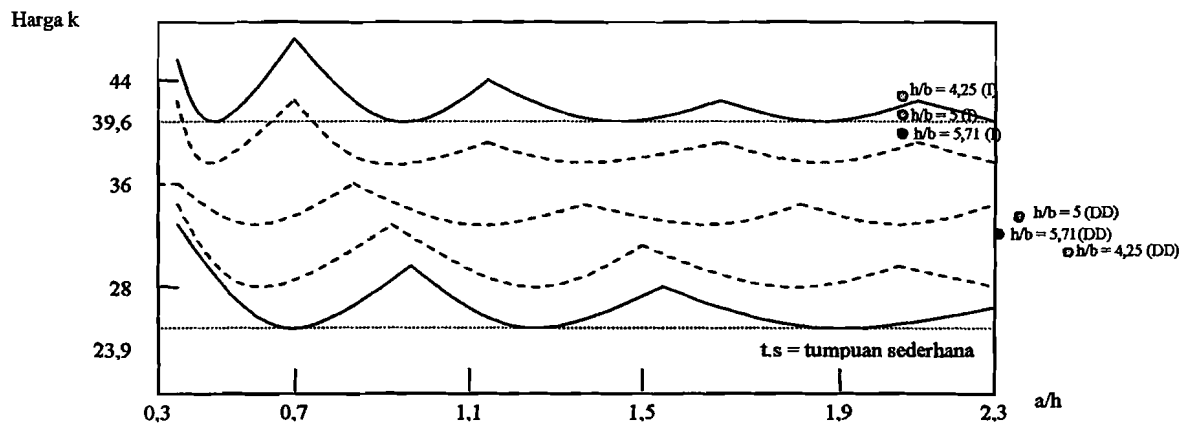
Untuk mengetahui kebenaran penelitian yang telah dilakukan dapat dibuktikan pada penelitian yang telah dilakukan oleh *N.S Tharair dan M.A Bradford* yang ditunjukkan pada gambar sebagai berikut yaitu :



Gambar 5.10 Koefisien tekuk lokal pada batang lentur

Gambar (5.10) menunjukkan bahwa nilai koefisien tekuk pelat dobel delta meningkat daripada pelat I. Hal ini menunjukkan bahwa dengan meningkatnya nilai faktor tekuk maka akan meningkatkan tegangan kritis pelat. .

Untuk mengetahui kebenaran penelitian nilai koefisien tekuk pada pelat badan dapat dibuktikan pada penelitian yang telah ditetapkan yaitu pada gambar nilai koefisien tekuk terhadap nilai a/h sebagai berikut yaitu :



Gambar 5.11. Koefisien Tekuk Pelat Dalam Lentur Murni

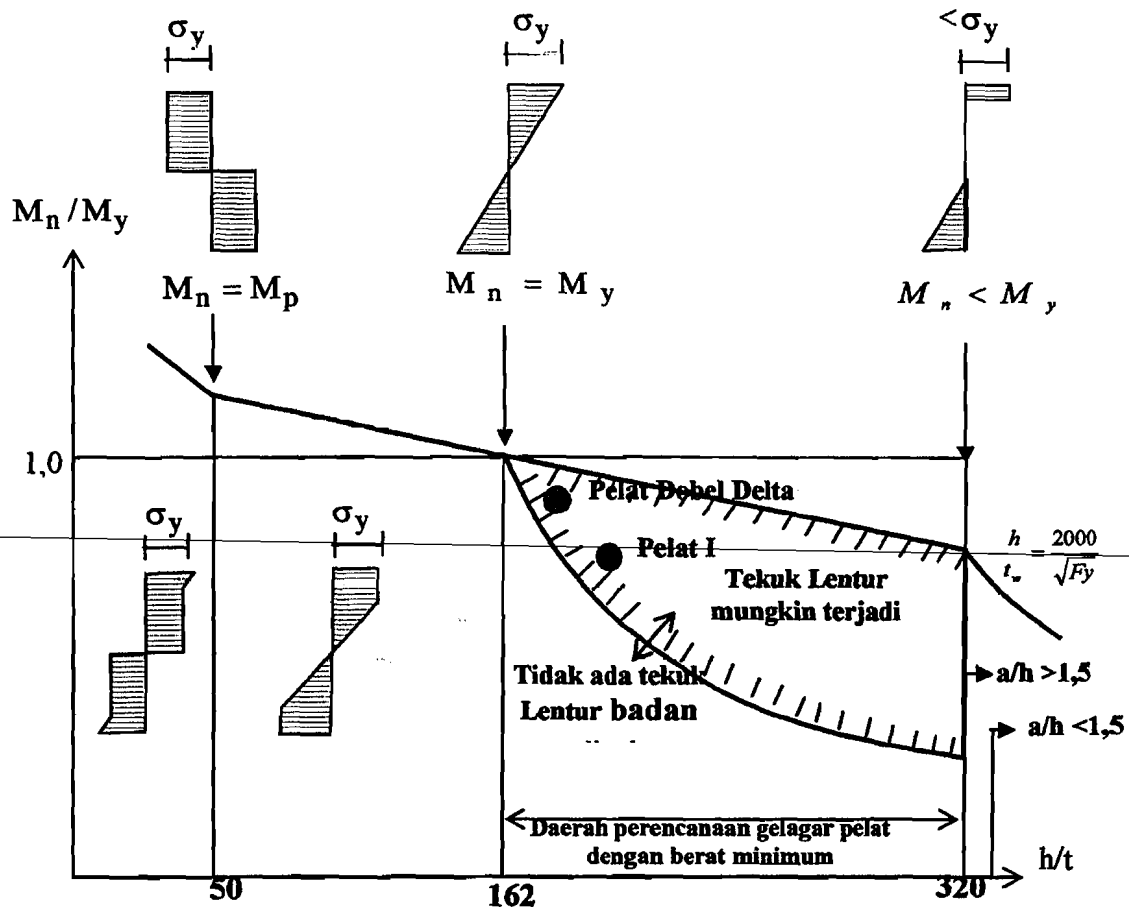
Dari Gambar (5.11) terbukti bahwa nilai kekakuan tekuk pada pelat badan melebihi nilai minimal yang telah diasumsikan awal perencanaan yaitu lebih besar dari 23,9 sehingga menunjukkan kebenaran dalam penelitian..

5.4.5 Rasio Memen Batas Terhadap Momen Leleh Versus Kelangsingan.

Setelah didapat nilai momen kritis pada pengujian maka akan didapatkan nilai rasio memen batas terhadap momen lelehnya. Pada perhitungan tercantum pada Tabel (5.11) didapatkan nilai M_n/M_y pada pelat penampang I adalah sebesar 0,74 dan pada pelat penampang Dobel Delta adalah sebesar 0,87. Sehingga didapat momen batas terhadap momen leleh adalah sebesar 1,17 kali.

Dari penelitian yang diuji oleh Saudara **Sindhu** dan saudari **Widhid** dengan variasi lebar yang lebih besar didapatkan bahwa nilai rasio momen batas terhadap momen leleh akan semakin besar. Hal ini ditunjukkan pada Tabel 5.13 pada laporan ini.

Untuk mengetahui kebenaran penelitian yang telah dilakukan maka berdasarkan grafik momen batas terhadap momen leleh versus kelangsingan yang ditetapkan oleh peneliti terdahulu maka dapat dilakukan pengecekan sebagai berikut yaitu :



Gambar 5.12 Hubungan Momen Batas Terhadap Momen Leleh Versus Kelangsingan

Gambar (5.12) menunjukkan bahwa pelat I dan Pelat Dobel Delta pada rasio $h/b = 5,71$ masih mungkin mengalami lentur pada badan. Hal ini menunjukkan pelat penampang Dobel Delta dan penampang I tidak kompak karena nilai $M_n/M_y < 1$. untuk lebih jelas lihat Gambar (5.12).

5.4.6 Perbandingan Tekuk Lokal Terhadap Nilai Momen Puntir Lateral Terhadap Kerusakan Pelat.

Berdasarkan teori menunjukkan bahwa perencanaan gelagar pelat dengan pelat badan dan pelat sayap yang tipis akan mengalami dua kerusakan yaitu kerusakan tekuk lokal pada pelat sayap dan mengalami tekuk puntir lateral. Berdasarkan analisis teoritis didapatkan nilai tekuk lokal pelat I dan Pelat Dobel Delta adalah sebagai berikut :

Tabel 5.14 Momen Batas Terhadap Tekuk Lokal Versus Tekuk Lateral Gelagar Pelat I

| Variasi | Mcr Tekuk Puntir Lateral (Nmm) | Mcr Tekuk Lokal (Nmm) |
|--------------|--------------------------------|-----------------------|
| $h/b = 4,21$ | 51505954 | 44262580 |
| $h/b = 5$ | 31982365 | 40369600 |
| $h/b = 5,7$ | 21611339,66 | 37588900 |

Dari Tabel (5.14) Diatas dapat disimpulkan bahwa pelat I cenderung mengalami tekuk puntir lateral hal ini ditunjukkan dengan nilai momen berdasarkan tekuk puntir lateral lebih kecil dari momen berdasarkan tekuk lokal. Terbukti bahwa berdasarkan analisis teoritis menunjukkan pelat Dobel Delta mengalami tekuk puntir

lateral. Untuk lebih memperkuat hasil penelitian dapat dilihat pada lampiran foto kerusakan pelat hasil uji pada gelagar pelat penampang I

Tabel 5.15 Momen Batas Terhadap Tekuk Lokal Versus Tekuk Lateral Gelagar Pelat Dobel Delta

| Variasi | Mcr Tekuk Puntir Lateral (Nmm) | Mcr Tekuk Lokal (Nmm) |
|--------------|--------------------------------|-----------------------|
| $h/b = 4,21$ | 55166646 | 64436348,66 |
| $h/b = 5$ | 36109539 | 56684850,1 |
| $h/b = 5,7$ | 25335786,82 | 51042400,82 |

Dari Tabel (5.15) Diatas dapat disimpulkan bahwa pelat Dobel Delta cenderung mengalami tekuk puntir lateral hal ini ditunjukkan dengan nilai momen berdasarkan tekuk puntir lateral lebih kecil dari momen berdasarkan tekuk lokal. Terbukti bahwa berdasarkan analisis teoritis menunjukan pelat Dobel Delta mengalami tekuk puntir lateral. Untuk lebih memperkuat hasil penelitian dapat dilihat pada lampiran 11 foto kerusakan pelat hasil uji pada gelagar pelat penampang Dobel Delta.

5.4.7 Pertimbangan Perencanaan.

Penelitian kapasitas lentur gelagar pelat I dan gelagar pelat Dobel Delta dapat digunakan sebagai bahan pertimbangan perencanaan bangunan. Sebagai bahan pertimbangan dalam perencanaan dapat ditunjukkan pada Tabel sebagai berikut :

Tabel 5.18 Pertimbangan Untuk Perencanaan Hasil Penelitian

| Kapasitas Bahan | Rasio |
|-----------------|-------|
| Kekakuan | 1,72 |
| Momen Batas | 1,57 |
| Volume Bahan | 1,32 |

Dari Tabel (5.14) menunjukkan bahwa rasio volume bahan lebih kecil dari momen batas dan kekakuan antara pelat Dobel Delta terhadap Pelat I. Oleh karena itu, dengan memodifikasi pelat I menjadi Pelat Dobel Delta layak untuk dipertimbangkan dalam perencanaan bangunan. Karena tingkat kekuatan bahan lebih tinggi dari tingkat ekonomi perencanaan bahan.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian gelagar pelat I dan gelagar pelat Dobel Delta dapat diambil kesimpulan sebagai berikut yaitu :

1. Penambahan pelat penopang pada sisi pelat sayap dan pelat badan pada gelagar penampang I terbukti dapat meningkatkan rasio kapasitas lentur gelagar pelat penampang Dobel Delta terhadap penampang I hingga 1,57 kali
2. Dengan memodifikasi pelat penampang I didapatkan nilai koefisien tekuk pada pelat penampang Dobel Delta yaitu koefisien tekuk pelat sayap 0,16 dan koefisien tekuk pelat badan 30,12 sedangkan koefisien tekuk pelat sayap penampang I sebesar 0,128 dan koefisien tekuk pelat badan 37,67.
3. Dengan memodifikasi pelat I menjadi pelat Dobel Delta akan meningkatkan rasio tegangan kritis gelagar pelat penampang Dobel Delta terhadap penampang I hingga 1,17 kali.
4. Dengan memodifikasi pelat I menjadi pelat Dobel Delta akan meningkatkan rasio kekakuan gelagar pelat penampang Dobel Delta terhadap penampang I hingga 1,72 kali.

5. Untuk hubungan momen-kelengkungan pada pelat I dan pelat Dobel Delta dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ketinggian pelat badan maka kelengkungan yang terjadi semakin kecil
6. Untuk rasio M_n/M_y terhadap kelangsingan pelat dapat disimpulkan bahwa semakin besar rasio M_n/M_y maka semakin kecil tekuk lentur pada pelat badan akan terjadi.

6.2 Saran

Agar penelitian gelagar pelat I dan Pelat Dobel Delta lebih akurat maka diharapkan lebih banyak menambahkan variasi-variasi pada penelitian selanjutnya. Adapun saran-saran yang dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut yaitu :

1. Penambahan lebar pelat sayap dan tinggi pelat badan masih mungkin dilakukan untuk meningkatkan kekuatan pelat baik pelat profil I maupun Dobel Delta,
2. Penambahan pelat penopang pada sudut yang bervariasi diharapkan dapat lebih menambahkan keakuratan penelitian ini,
3. Pengelasan sample pelat harus benar-benar diperhatikan agar pelat tidak mengalami residu,

4. Pemasangan pengaku (*bracing*) pada saat penelitian dilaboratorium harus benar-benar diperhatikan agar pelat tidak mengalami punter dan diharapkan akan lebih meningkatkan keamanan pada saat pengujian,
5. Pemasangan Dial samping arah vertikal baik digunakan agar dapat mengetahui seberapa besar lendutan kearah samping,
6. Pemasangan beban pada $\frac{1}{3}$ bentang harus diperhatikan agar didapatkan hasil lendutan yang lebih sesuai.

Penutup

Alhamdulillah, dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.

Dalam penulisan laporan ini penulis sadar banyak hambatan dan hambatan. Namun berkat motivasi-motivasi dan bimbingan-bimbingan serta masukan-masukan dari berbagai pihak alhamdulillah laporan ini dapat selesai dengan baik. Dalam penulisan laporan penulis berusaha memberikan yang terbaik sehingga dapat bermanfaat bagi pembaca nantinya. Namun, penulis sadar banyak sekali kekurangan-kekurangan yang merupakan hal yang biasa karena penulis hanyalah manusia biasa yang tak pernah luput dari kesalahan. Untuk tercapainya kesempurnaan dalam penulisan penulis mengharapkan kritikan-kritikan dan saran-saran yang membangun sehingga didapatkan kesempurnaan dalam laporan.

Akhirnya penulis mengucapkan terima kasih yang sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah membantu hingga tersusunnya dan terselesainya laporan ini. Semoga semua pihak yang telah membantu memperoleh ridho dari Allah SWT amin.

DAFTAR PUSTAKA

Charles G. Salmon dan John E. Johnson, Wira, 1996, **STRUKTUR BAJA** Edisi Ketiga, Gramedia, Jakarta.

S. Timoshenko, S. Woinowsky, Krieger, S. Hindarko, 1988, **TEORI PELAT DAN CANGKANG** Edisi Kedua, Erlangga, Jakarta.

Gere dan Timoshenko, Hans J. Wospakrik, 1987, **MEKANIKA BAHAN** Edisi kedua Versi SI Jilid 1, Erlangga, Jakarta.

Hand Book of Mechanics, Materials and Structures, Alexander Blake, 1985, John Willey & Sons, Inc, USA.

Load and Resistance Factor Design Specification For Structural Steel Building (AISC), 2000, American Institute of Steel Construction, USA.

Stephen P. Timoshenko, James M. Gere, **THEORY OF ELASTIC STABILITY**, 1961, McGraw-Hill Book Company, Inc. New York.

Michael Bruneau, att all, **DUCTILE DESIGN OF STEEL STRUCTURES**, 1998, McGraw-Hill Companies. Inc, New York.

Friedrich Bleich, **BUCKLING STRENGTH OF METAL STRUCTURES**, 1952, United Engineering Trustees, Inc, USA

Edwin H. Gaylord, Jr, **DESIGN OF STEEL STRUCTURES**, 1992, McGraw-Hill Companies. Inc, Singapore



UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

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@ftsp.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 10 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ III /2006
Lamp. : -
Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : : III (Mar 06 - Agst 06)

Jogyakarta, 24-Mar-06

Kepada .
Yth. Bapak / Ibu : Fathkurrohman 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 :

1 Nama : Fajar Ari Wibawanto
No. Mhs. : 02 511 014
Bidang Studi : Teknik Sipil
Tahun Akademi : 2005 - 2006

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

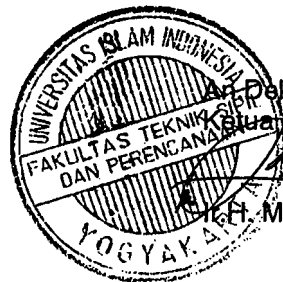
| | |
|---------------------|-------------------------|
| Dosen Pembimbing I | : Fathkurrohman N,Ir,MT |
| Dosen Pembimbing II | : Fathkurrohman N,Ir,MT |

Dengan Mengambil Topik /Judul :

| |
|---|
| Rasio Momen Batas Gelagar Plat Penampang Dobel Delta Terhadap Penampang I Dengan Rasio Tinggi Terhadap Lebar Enam (h/b:6) |
|---|

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.



Dekan
Jurusan Teknik Sipil
St. ft. Munadhir,MS

Tembusan

- 1) Dosen Pembimbing ybs
- 2) Mahasiswa ybs
- 3) Arsip. 24-Mar-06
- 4) Sampai Akhir Agustus 2006



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.uii.ac.id. Yogyakarta Kode Pos 55584

FM-UII-AA-FPU-09

Nomor : : 10 /Kajur.TS.20/ Bg.Pn./ III /2006
Lamp. : -
Hal : : BIMBINGAN TUGAS AKHIR
Periode Ke : : III (Mar 06 - Agst 06)

Jogjakarta, 24-Mar-06

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

Jogjakarta

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 :

1 Nama : Fajar Ari Wibawanto
No. Mhs. : 02 511 014
Bidang Studi : Teknik Sipil
Tahun Akademi : 2005 - 2006

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

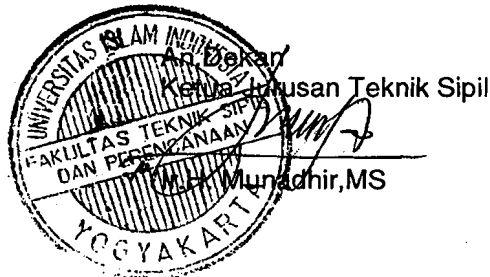
| | |
|---------------------|-------------------------|
| Dosen Pembimbing I | : Fathkurrohman N,Ir,MT |
| Dosen Pembimbing II | : Fathkurrohman N,Ir,MT |

Dengan Mengambil Topik /Judul :

| |
|---|
| Rasio Momen Batas Gelagar Plat Penampang Dabol Delta Terhadap Penampang I Dengan Rasio Tinggi Terhadap Lebar Enam (h/b:6) |
|---|

Demikian atas bantuan serta kerjasamanya diucapkan terima kasih

Wassalamu'alaikum Wr.Wb.



Tembusan

- 1) Dosen Pembimbing ybs
- 2) Mahasiswa ybs
- 3) Arsip 24-Mar-06
- 4) Sampai Akhir Agustus 2006



KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

| NO | N A M A | NO.MHS. | BID.STUDI |
|----|---------------------|------------|--------------|
| 1. | Fajar Ari Wibawanto | 02 511 014 | Teknik Sipil |

JUDUL TUGAS AKHIR

Rasio Momen Batas Gelagar Plat Penampang Dobel Delta Terhadap Penampang I Dengan Rasio Tinggi Terhadap Lebar Enam (h/b:6)

PERIODE KE : III (Mar 06 - Agst 06)

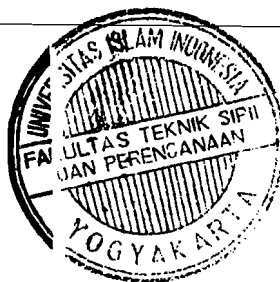
TAHUN : 2005 - 2006

Sampai Akhir Agustus 2006

| No. | Kegiatan | Bulan Ke : | | | | | |
|-----|----------------------------|------------|------|------|------|------|------|
| | | MAR. | APR. | MEI. | JUN. | JUL. | AGT. |
| 1 | Pendaftaran | ■ | | | | | |
| 2 | Penentuan Dosen Pembimbing | ■ | | | | | |
| 3 | Pembuatan Proposal | | ■ | | | | |
| 4 | Seminar Proposal | | ■ | ■ | | | |
| 5 | Konsultasi Penyusunan TA. | | | ■ | ■ | ■ | |
| 6 | Sidang - Sidang | | | | | ■ | ■ |
| 7 | Pendadaran | | | | | | ■ |

Dosen Pembimbing I : Fathkurrohman N,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Fathkurrohman N,Ir,MT



Jogjakarta , 24-Mar-06
 a.n. Dekan

(Signature)
 Mr.H.Munadhir, MS

| | | |
|------------|---|--|
| Catatan | : | |
| Seminar | : | |
| Sidang | : | |
| Pendadaran | : | |



UNTUK DOSEN

KARTU PRESENSI KONSULTASI
TUGAS AKHIR MAHASISWA

| | |
|----------------------------------|----------------------------|
| PERIODE KE | : III (Mar 06 - Agst 06) |
| TAHUN | : 2005 - 2006 |
| Sampai Akhir Agustus 2006 | |

| NO | N A M A | NO.MHS. | BID.STUDI |
|---|---------------------|------------|--------------|
| 1. | Fajar Ari Wibawanto | 02 511 014 | Teknik Sipil |
| JUDUL TUGAS AKHIR | | | |
| Rasio Momen Batas Gelagar Plat Penampang Dobel Delta Terhadap Penampang I Dengan Rasio Tinggi Terhadap Lebar Enam (h/b:6) | | | |

Dosen Pembimbing I : Fathkurrohman N,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Fathkurrohman N,Ir,MT



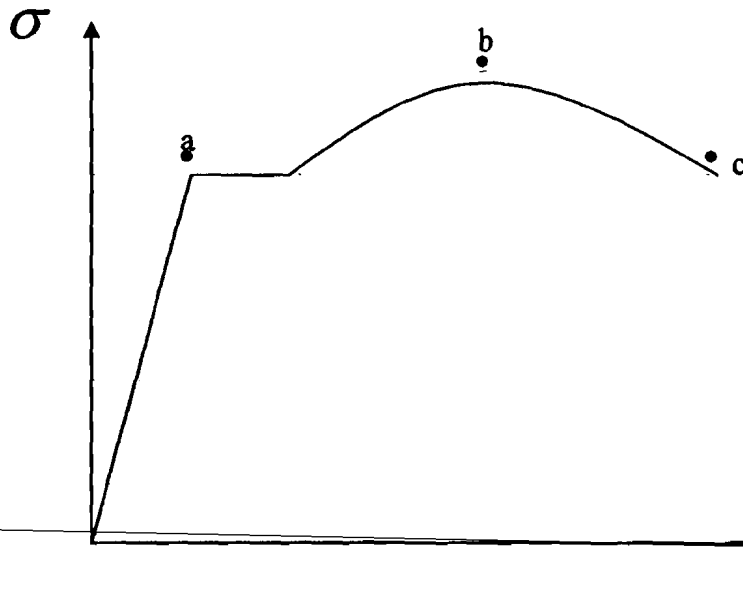
Jogjakarta , 24-Mar-06
 a.n. Dekan

Mr.H.Munadhir, MS

| | | |
|------------|---|--|
| Catatan | : | |
| Seminar | : | |
| Sidang | : | |
| Pendadaran | : | |

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

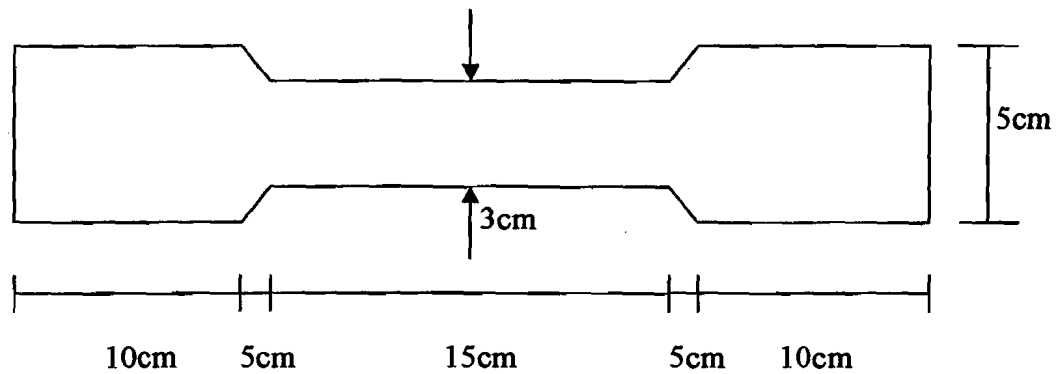
c = Beban patah akibat kuat tarik

Persamaan yang mendukung teori tersebut adalah:

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

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

a. Pelat Baja 2mm



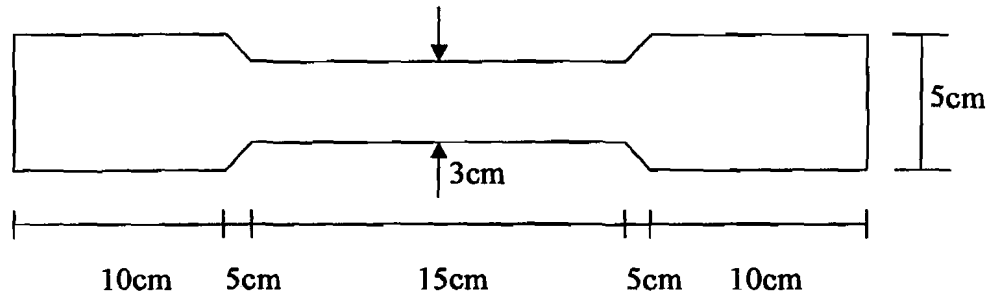
Diketahui bahwa:

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

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

| 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. | 14000 | 21400 | 9500 | 230 | 356,67 |

b. Pelat Baja 3mm



Gambar benda uji tarik

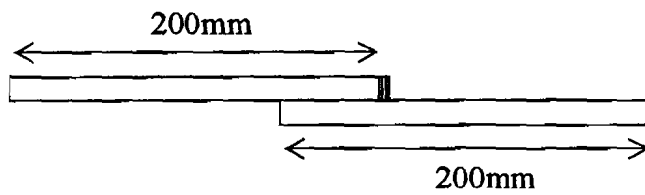
Diketahui bahwa:

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

$$A = 3\text{cm} \times 0,3 \text{ cm} = 0,9 \text{ cm}^2 = 90 \text{ mm}^2$$

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) |
|----|----------------|---------------|----------------|---|--|
| I. | 21000 | 27500 | 12000 | 230 | 305,56 |

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 | Fy (N/mm² atau Mpa) |
|---------------|---------------------------------------|
| 2100 | 614 |

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

Diketahui :

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

$$B = 70 \text{ mm}$$

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

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

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

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

❖ Penampang I.

Pelat Sayap

$$A_1 = 2 \times (70 \times 3) = 420 \text{ mm}^2$$

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

$$A_{\text{total}} = 1220 \text{ mm}^2.$$

❖ Penampang Dobel Delta.

$$A_1 = 2 \times (70 \times 3) = 420 \text{ mm}^2$$

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

$$A_3 = 4 \times (2 \times \sqrt{35^2 + 35^2}) = 398,9797 \text{ mm}^2.$$

$$A_{\text{total}} = 1615,9797 \text{ mm}^2.$$

Titik Berat Penampang I \approx Penampang Dobel Delta.

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

$$Y1 = 35 \text{ mm}$$

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

Delta.

❖ Penampang I

Momen Inersia Sumbu Kuat

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

$$I_x = \frac{1}{12} 2(400)^3 + \frac{1}{6} 70 \cdot 3^3 + 2(70 \cdot 3) x \left(\frac{400}{2} + \frac{3}{2} \right)^2$$

$$I_x = 27719926,67 \text{ mm}^4.$$

Momen Inersia Sumbu Lemah

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

$$I_y = \frac{1}{12} (400) 2^3 + \frac{1}{6} 3(70^3)$$

$$I_y = 171766,67 \text{ mm}^4.$$

❖ Penampang Dobel Delta.

Momen Inersia Sumbu Kuat

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

$$I_x = 27719926,67 + \frac{1}{24} (2) 70^3 + 2(2)(70) \left(\frac{400}{2} - \frac{70}{4} \right)^2$$

$$I_x = 37074260 \text{ mm}^4.$$

Momen Inersia Sumbu Lemah

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

$$I_y = 171766,67 + \frac{1}{6} (2) 70^3$$

$$I_y = 286100 \text{ mm}^4.$$

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.

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

$$\sigma_{cr} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2) \left(\frac{b}{2t_f}\right)^2} = \frac{0,425\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2) \left(\frac{70}{2 \times 3}\right)^2}$$

$$= 593,11 \text{ Mpa} > 230 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{cr \text{ pakai}} = 230 \text{ Mpa.}$$

b) Tegangan kritis pelat badan.

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

$$\sigma_{cr} = \frac{\left(\left(\frac{h}{2}\right) - t_f\right)}{\left(\frac{h}{2}\right)} x f_{crf} = \frac{\left(\left(\frac{400}{2}\right) - 3\right)}{\left(\frac{400}{2}\right)} x 230$$

$$= 226,55 \text{ Mpa} < 230 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{cr \text{ pakai}} = 226,55 \text{ Mpa.}$$

Momen batas berdasarkan tekuk lokal penampang I adalah

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

$$M_{crI} = 70 \cdot 3 (230) (406 - 3) + \frac{1}{4} 2 (400)^2 226,55$$

$$M_{crI} = 37588900 \text{ Nmm.}$$

❖ Penampang Dobel Delta.

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

$$\mu = 0,3$$

a) Momen batas tekuk lokal pelat sayap.

$$k = 4$$

$$\sigma_{cr1} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2) \left(\frac{b}{2t_f}\right)^2} = \frac{4\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2) \left(\frac{70}{2 \times 3}\right)^2}$$

$$\sigma_{cr1} = 5582,29 \text{ Mpa} > 230 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{cr1 \text{ pakai}} = 230 \text{ Mpa.}$$

$$M_{cr1} = t_f x b (d - t_f) \sigma_{cr1} = 70 \times 3 \times (406 - 3) \times 230$$

$$M_{cr1} = 19464900 \text{ Nmm}$$

b) Tegangan kritis elastis pelat penopang.

$$k = 4$$

$$\sigma_{cr2} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2) \left(\frac{b}{t_w}\right)^2} = \frac{4\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2) \left(\frac{\sqrt{\left(\frac{70}{2}\right)^2 + \left(\frac{70}{2}\right)^2}}{2}\right)^2}$$

$$\sigma_{cr2} = 1240,51 \text{ Mpa} > 230 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{cr2 \text{ pakai}} = 230 \text{ Mpa.}$$

$$M_{cr2} = 2 x t_w x \sqrt{\left(\frac{b}{2}\right)^2 + \left(\frac{b}{2}\right)^2} x \left(d - \left(\frac{b}{2}\right)\right) x f_{cr2}$$

$$2 \times 2 \times \sqrt{\left(\frac{70}{2}\right)^2 + \left(\frac{70}{2}\right)^2} \times \left(400 - \left(\frac{70}{2}\right)\right) \times 230$$

$$M_{cr2} = 16621252 \text{ Nmm}$$

c) Tegangan kritis pelat badan 1.

$$k = 23,9$$

$$h_1 = \frac{b}{2} = \frac{70}{2} = 35 \text{ mm}$$

$$\sigma_{cr2} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2)\left(\frac{h_1}{t_w}\right)^2} = \frac{23,9\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2)\left(\frac{35}{2}\right)^2}$$

$$\sigma_{cr3} = 14824,08 \text{ Mpa} > 230 \text{ Mpa.}$$

$$\sigma_{cr3} = 230 \text{ Mpa.}$$

$$M_{cr3} = \left(\frac{b}{2}t_w\right)\sigma_{cr3}(h_1) = \left(\frac{70}{2} \times 2\right) \times 230 \times (400 - 35)$$

$$M_{cr3} = 5876500 \text{ Nmm.}$$

d) Tegangan kritis pelat badan 2.

$$k = 23,9$$

$$h_1 = h - \frac{b}{2} = 400 - \left(\left(\frac{70}{2}\right) \times 2\right) = 330 \text{ mm}$$

$$\sigma_{cr4} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2)\left(\frac{h_1}{t_w}\right)^2} = \frac{23,9\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2)\left(\frac{330}{2}\right)^2}$$

$$\sigma_{cr4} = 166,75 \text{ Mpa}$$

$$M_{cr4} = \frac{1}{4}t_w(h_2)^2\sigma_{cr4} = \frac{1}{4}2(330)^2 166,75$$

$$M_{cr4} = 9079748,823 \text{ Nmm.}$$

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

$$M_{crtotal} = 19464900 + 16621252 + 5876500 + 9079748,823$$

$$M_{crtotal} = 51042400,82 \text{ Nmm}$$

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

Diketahui :

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

$$\mu = 0,3.$$

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

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

❖ Penampang I.

$$I_y = 27719926,67 \text{ mm}^4.$$

$$C_w = \frac{1}{12} t_f (b^3) \left(\frac{h^2}{4} \right) = \frac{1}{12} 3(70^3) \left(\frac{400^2}{4} \right)$$

$$C_w = 3430000000 \text{ mm}^6.$$

$$J = \frac{1}{3} d(t_w)^3 + \frac{2}{3} b(t_f)^3 = \frac{1}{3} 400(2)^3 + \frac{2}{3} 70(3)^3$$

$$J = 2326,667 \text{ mm}^4.$$

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

$$M_{cr \text{ puntir}} = \frac{\pi}{1550} \sqrt{\left(\frac{\pi 2,1 \times 10^5}{1550} \right)^2 3430000000 \times 171766,67 + 2,1 \times 10^5 \times 171766,67 \times 8,08 \times 10^4 \times 2326,667}$$

$$M_{cr \text{ puntir}} = 21611339,66 \text{ Nmm}$$

❖ Penampang Dobel Delta.

$$I_y = 494253,33 \text{ mm}^4$$

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

$$C_w = \frac{1}{12} 3(70^3) \left(\frac{400^2}{4} \right) + \frac{1}{6} 2 \left(\frac{70}{2} \right)^3 \left(\frac{400}{2} - \frac{70}{4} \right)^2$$

$$C_w = 3906001823 \text{ mm}^6$$

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

$$J = \frac{1}{3} 400(2)^3 + \frac{2}{3} 70(3)^3 + 4(0,7 \times 70)(2)^3$$

$$J = 3894,667 \text{ mm}^4$$

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

$$M_{cr \text{ puntir}} = \frac{\pi}{1550} \sqrt{\left(\frac{\pi 2,1 \times 10^5}{1550} \right)^2 3906001823 \times 286100 + 2,1 \times 10^5 \times 286100 \times 8,08 \times 10^4 \times 3894,667}$$

$$M_{cr \text{ puntir}} = 25335786,82 \text{ Nmm}$$

PERHITUNGAN BEBAN MAKSIMUM TEORITIS

1. Gelagar Pelat Profil I

- Momen Inersia Sumbu Kuat

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

$$I_x = \frac{1}{12} 2(400)^3 + \frac{1}{6} 70.3^3 + 2(70.3) x \left(\frac{400}{2} + \frac{3}{2} \right)^2$$

$$I_x = 27719926,67 \text{ mm}^4.$$

- Pada Pelat Sayap

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

$$\sigma_{cr} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2) \left(\frac{b}{2t_f} \right)^2} = \frac{0,425\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2) \left(\frac{70}{2 \times 3} \right)^2}$$

$$= 593,11 \text{ Mpa} > 230 \text{ Mpa}$$

$$\sigma_{cr \text{ pakai}} = 230 \text{ Mpa.}$$

- Pada Pelat Badan.

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

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

$$= 113,5 \text{ Mpa} < 230 \text{ Mpa}$$

- Pmax Pada Pelat Sayap

$$P_{max} = \frac{6x F_{cr \text{ sayap}} x I_x}{L Y_1} = \frac{6x 230x 27719926,67}{4650x 203}$$

$$= 41,113 \text{ kN}$$

- Pmax Pada Pelat Badan

$$P_{\max} = \frac{6x F_{cr_{\text{badan}}} x I_x}{L Y_1} = \frac{6x 113,5x 27719926,67}{4650x 200}$$

$$= 19,98 \text{ kN}$$

- Pmax Teoritis

Dipakai Pmax dengan nilai yang minimum yaitu :

$$P_{\max_{\text{sayap}}} > P_{\max_{\text{badan}}} \approx 40,5 > 20,3$$

$$P_{\max_{\text{pakai}}} = 20,3 \text{ kN.}$$

2. Gelagar Pelat Profil Dobel Delta

- Momen Inersia Sumbu Kuat

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

$$I_x = 27719926,67 + \frac{1}{24} (2)70^3 + 2(2)(70)\left(\frac{400}{2} - \frac{70}{4}\right)^2$$

$$I_x = 37074260 \text{ mm}^4.$$

Pada Pelat Sayap

$$K = 4$$

$$\sigma_{cr1} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2) \left(\frac{b}{2t_f} \right)^2} = \frac{4\pi^2 2,1x10^5}{12(1-0,3^2) \left(\frac{70}{2x3} \right)^2}$$

$$\sigma_{cr1} = 5084,46 \text{ MPa} > 230 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cr1\text{pakai}} = 230 \text{ MPa.}$$

- Pada Pelat Badan.

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

$$\sigma_{cr\text{badan}} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2)\left(\frac{h}{t_w}\right)^2} = \frac{23,9\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2)\left(\frac{330}{2}\right)^2}$$

$$= 166,75 \text{ Mpa} < 230 \text{ Mpa}$$

- Pmax Pada Pelat Sayap

$$P_{\max} = \frac{6xF_{cr\text{sayap}}xI_x}{LY_1} = \frac{6x230x37074260}{4650x203}$$

$$= 54,20 \text{ kN}$$

- Pmax Pada Pelat Badan

$$P_{\max} = \frac{6xF_{cr\text{badan}}xI_x}{LY_1} = \frac{6x166,75x37074260}{4650x165}$$

$$= 48,34 \text{ kN.}$$

- Pmax Teoritis

Dipakai Pmak dengan nilai yang minimum yaitu :

$$P_{\max\text{sayap}} > P_{\max\text{badan}} \approx 54,20 > 48,34$$

$$P_{\max\text{pakai}} = 48,34 \text{ kN.}$$

**PERHITUNGAN BEBAN TEORITIS BERDASARKAN TEGANGAN
GESER**

1. Gelagar Pelat Profil I.

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

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

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

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

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

$$k = 6,405$$

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

$$\sigma_{cr} = 30,39 \text{ MPa} < 230 \text{ MPa}$$

Jadi gaya geser teoritik sebesar

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

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

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

2. Gelagar Pelat Profil Dobel Delta

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

$$A_{w1} = h \times t_w = 330 \times 2 = 660 \text{ mm}^2.$$

$$A_{w2} = h \times t_w = 35 \times 2 = 70 \text{ mm}^2.$$

- Pada badan dengan $h = 330 \text{ mm}$

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

Untuk $a/h = 775 / 330 = 2,35 > 1$ maka;

$$k = 5,34 + \frac{4}{(a/h)^2} = 5,34 + \frac{4}{(2,35)^2}$$

$$k = 6,1$$

$$\sigma_{cr} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2)\left(\frac{h}{t_w}\right)^2} = \frac{6,1\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2)\left(\frac{330}{2}\right)^2}$$

$$\sigma_{cr} = 42,52 \text{ MPa} < 230 \text{ MPa}$$

- Pada badan dengan $h = 35 \text{ mm}$

Untuk $a/h = 775 / 35 = 22,14 > 1$ maka;

$$k = 5,34 + \frac{4}{(a/h)^2} = 5,34 + \frac{4}{(22,14)^2}$$

$$k = 5,35$$

$$\sigma_{cr} = \frac{k\pi^2 E}{12(1-\mu^2)\left(\frac{h}{t_w}\right)^2} = \frac{5,35\pi^2 2,1 \times 10^5}{12(1-0,3^2)\left(\frac{35}{2}\right)^2}$$

$$\sigma_{cr} = 3314,55 \text{ MPa} > 230 \text{ MPa}$$

$$\sigma_{cr \text{ pakai}} = 230 \text{ Mpa}$$

Jadi gaya geser teotitis sebesar

$$V_{cr1} = A_w \times \sigma_{cr} = 660 \times 42,53$$

$$V_{cr1} = 28,1 \text{ kN}$$

$$V_{cr2} = A_w \times \sigma_{cr} = 70 \times 230$$

$$V_{cr2} = 16,1 \text{ kN}$$

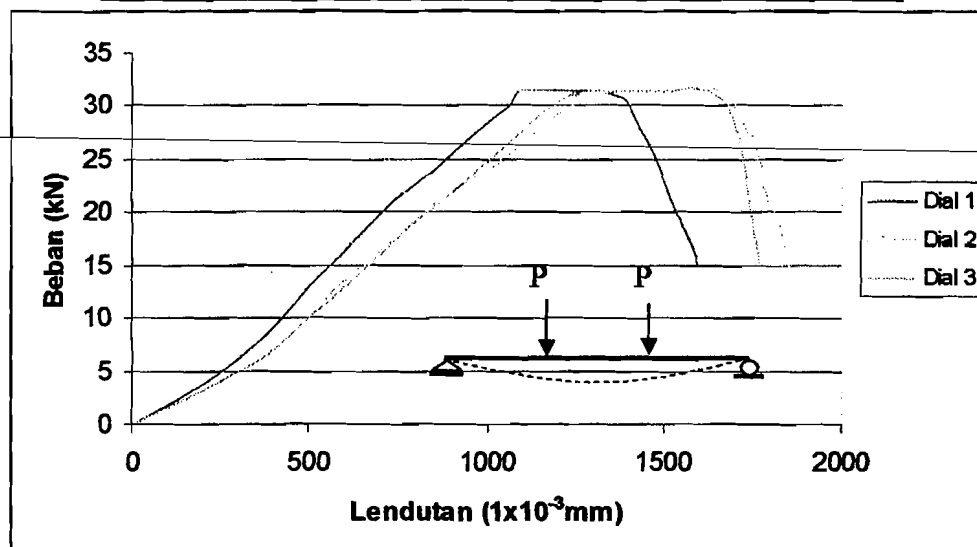
$$V_{cr \text{ total}} = V_{cr1} + V_{cr2} = 28,18 + 16,10 = 44,51$$

$$P = V_{cr} \times 2 = 44,28 \times 2 = 88,56 \text{ kN}$$

DATA BEBAN – LENDUTAN HASIL UJI

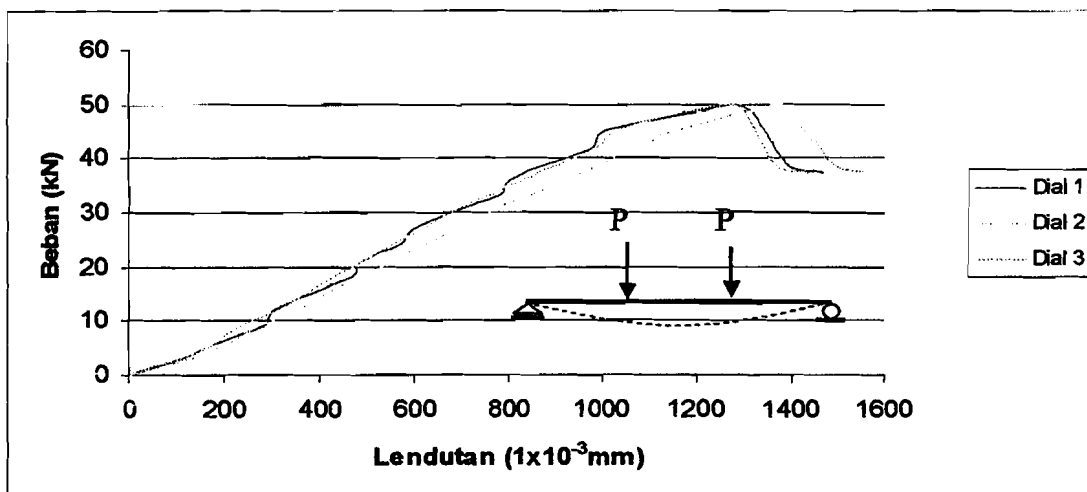
Tabel Beban-Lendutan Hasil Uji Gelagar Pelat I

| Beban (kN) | Dial 1 (mm) | Dial 2 (mm) | Dial 3 (mm) | P/ Δ (kN/mm) |
|------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 169 | 202.5 | 192 | 0.0148 |
| 6 | 305.5 | 361.5 | 370 | 0.0166 |
| 9 | 401.5 | 471.5 | 471 | 0.0191 |
| 12 | 476 | 557.5 | 571 | 0.0215 |
| 15 | 563 | 658 | 671.2 | 0.0228 |
| 18 | 643 | 752 | 760.1 | 0.0239 |
| 21 | 738 | 865 | 869.8 | 0.0243 |
| 24 | 855 | 1001.5 | 972 | 0.0240 |
| 27 | 953.5 | 1115.5 | 1075 | 0.0242 |
| 30 | 1064 | 1242 | 1190 | 0.0242 |
| 31.5 | 1092 | 1281.5 | 1277 | 0.0246 |
| 31.5 | 1198 | 1403.5 | 1390 | 0.0224 |
| 31.5 | 1295 | 1516 | 1468 | 0.0208 |
| 30 | 1400 | 1700 | 1675 | 0.0176 |
| 15 | 1595 | 1850 | 1768 | 0.0081 |

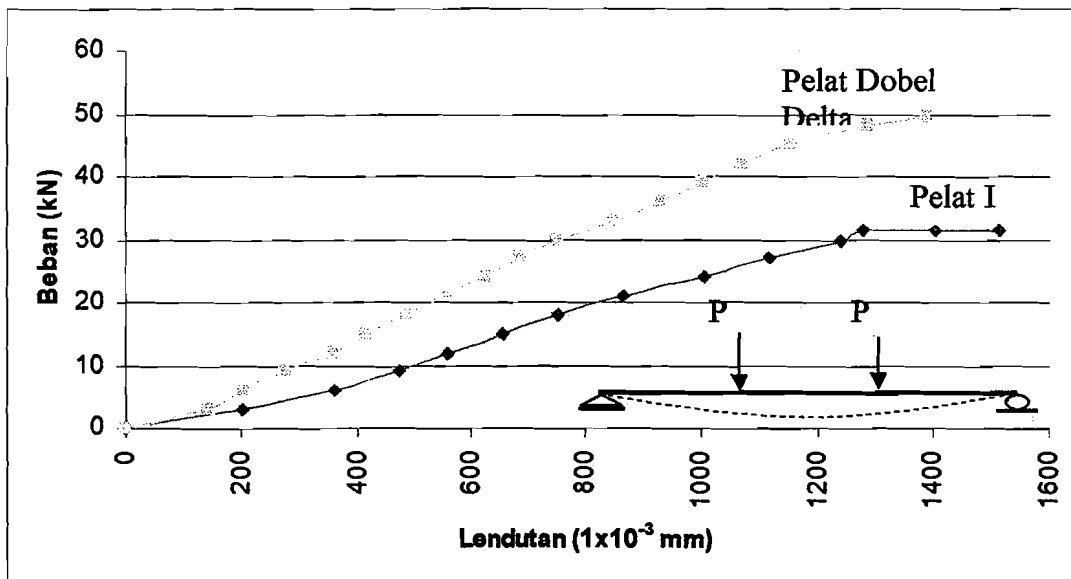


Grafik Beban-Lendutan Hasil Uji Gelagar Pelat I
Tabel Beban-Lendutan Hasil Uji Gelagar Pelat Dobel Delta

| Beban (kN) | Dial 1 (mm) | Dial 2 (mm) | Dial 3 (mm) | P/ Δ (kN/mm) |
|------------|-------------|-------------|-------------|---------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 118 | 146 | 121.5 | 0.0205 |
| 6 | 188 | 211 | 181.3 | 0.0284 |
| 9 | 282 | 275 | 236 | 0.0327 |
| 12 | 300 | 354 | 310 | 0.0339 |
| 15 | 383 | 420 | 370 | 0.0357 |
| 18 | 470 | 490 | 431 | 0.0367 |
| 21 | 489 | 553 | 490 | 0.0380 |
| 24 | 571 | 623 | 553.5 | 0.0385 |
| 27 | 594 | 686 | 611 | 0.0394 |
| 30 | 680 | 755.5 | 673.5 | 0.0397 |
| 33 | 782 | 854 | 761.8 | 0.0386 |
| 36 | 801 | 926 | 826.5 | 0.0389 |
| 39 | 885 | 1000 | 911 | 0.0390 |
| 42 | 980 | 1075 | 981.5 | 0.0391 |
| 45 | 1004 | 1155 | 1029 | 0.0390 |
| 48 | 1180 | 1285 | 1156 | 0.0374 |
| 49.5 | 1299 | 1386 | 1288 | 0.0357 |
| 39 | 1385 | 1483 | 1362 | 0.0263 |
| 37.5 | 1467 | 1565 | 1435 | 0.0240 |



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 :

$$P_{\max} = 31,5 \text{ kN}$$

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

$$I_x = 27719926,67 \text{ mm}^4.$$

$$M_{cr} = \frac{1}{6} P_{\max} x L = \frac{1}{6} 3150 x 4650$$

$$M_{cr} = 2441250 \text{ kgmm.}$$

$$S_x = \frac{I_x}{Y} = \frac{27719926,67}{203}$$

$$S_x = 136551,36 \text{ mm}^3.$$

$$F_{cr} = \frac{M_{cr}}{S_x} = \frac{2441250}{136551,36}$$

$$F_{cr} = 17,87 \text{ Kg/mm}^2. = 178,78 \text{ Mpa} < F_y = 230 \text{ MPa}$$

$$F_{cr} = 178,78 \text{ MPa}$$

- Koefisien Tekuk Pada Pelat Sayap

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

$$k = \frac{12(1-\mu^2) \left(\frac{b}{2t_f} \right)^2 F_{cr}}{\pi^2 E} = \frac{12(1-0,3^2) \left(\frac{70}{2x3} \right)^2 178,78}{\pi^2 2,1x10^5}$$

$$k = 0,128$$

- Koefisien Tekuk Pada Pelat Badan

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

$$k = \frac{12(1-\mu^2) \left(\frac{h}{t_w}\right)^2 F_{cr}}{\pi^2 E} = \frac{12(1-0,3^2) \left(\frac{400}{2}\right)^2 178,78}{\pi^2 2,1 \times 10^5}$$

$$k = 37,67$$

2. Gelagar Pelat Profil Dobel Delta

Diketahui data-data hasil pengujian sebagai berikut :

$$P_{max} = 49,5 \text{ kN}$$

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

$$I_x = 37074260 \text{ mm}^4.$$

$$M_{cr} = \frac{1}{6} P_{max} x L = \frac{1}{6} 4950 x 4650$$

$$M_{cr} = 3836250 \text{ kgmm.}$$

$$S_x = \frac{I_x}{Y} = \frac{37074260}{203}$$

$$S_x = 182631,82 \text{ mm}^3.$$

$$F_{cr} = \frac{M_{cr}}{S_x} = \frac{3836250}{182631,82}$$

$$F_{cr} = 21 \text{ Kg/mm}^2. = 210 \text{ Mpa} < F_y = 230 \text{ MPa}$$

$$F_{cr} = 210 \text{ MPa}$$

- Koefisien Tekuk Pada Pelat Sayap

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

$$k = \frac{12(1-\mu^2)\left(\frac{b}{2t_f}\right)^2 F_{cr}}{\pi^2 E} = \frac{12(1-0,3^2)\left(\frac{70}{2 \times 3}\right)^2 210}{\pi^2 2,1 \times 10^5}$$

$$k = 0,16$$

- Koefisien Tekuk Pada Pelat Badan

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

$$k = \frac{12(1-\mu^2)\left(\frac{h}{t_w}\right)^2 F_{cr}}{\pi^2 E} = \frac{12(1-0,3^2)\left(\frac{330}{2}\right)^2 210}{\pi^2 2,1 \times 10^5}$$

$$k = 30,11$$

HUBUNGAN MOMEN – KELENGKUNGAN HASIL UJI

Hubungan Momen – Kelengkungan Gelagar Pelat I

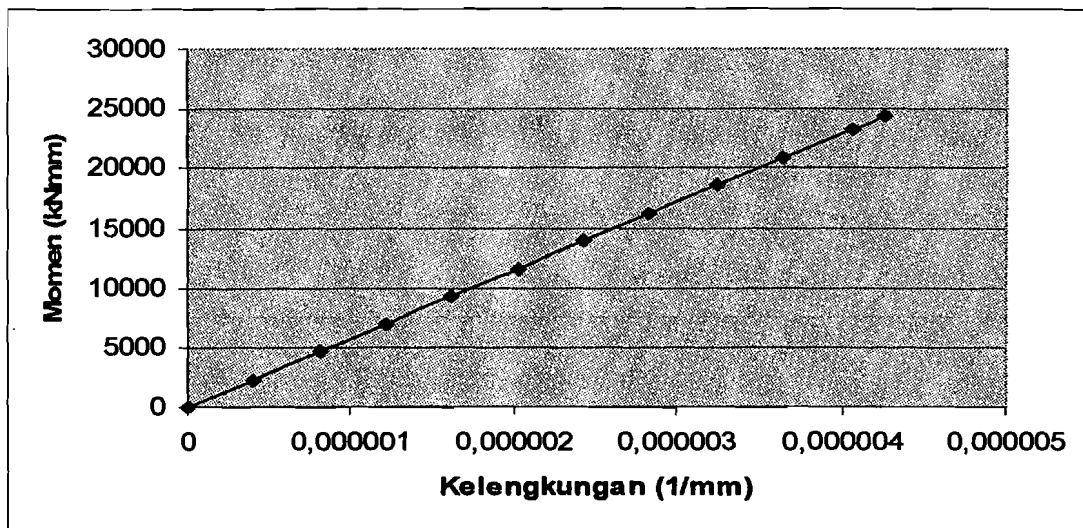
| Beban (kN) | Momen (kNmm) | Fcr (MPa) | Regangan | Kelengkungan 1/mm |
|------------|--------------|-----------|----------|-------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 2325 | 17.02656 | 8.11E-05 | 4.05394E-07 |
| 6 | 4650 | 34.05312 | 0.000162 | 8.10789E-07 |
| 9 | 6975 | 51.07968 | 0.000243 | 1.21618E-06 |
| 12 | 9300 | 68.10624 | 0.000324 | 1.62158E-06 |
| 15 | 11625 | 85.1328 | 0.000405 | 2.02697E-06 |
| 18 | 13950 | 102.1594 | 0.000486 | 2.43237E-06 |
| 21 | 16275 | 119.1859 | 0.000568 | 2.83776E-06 |
| 24 | 18600 | 136.2125 | 0.000649 | 3.24315E-06 |
| 27 | 20925 | 153.239 | 0.00073 | 3.64855E-06 |
| 30 | 23250 | 170.2656 | 0.000811 | 4.05394E-06 |
| 31.5 | 24412.5 | 178.7789 | 0.000851 | 4.25664E-06 |
| 31.5 | 24412.5 | 178.7789 | 0.000851 | 4.25664E-06 |
| 31.5 | 24412.5 | 178.7789 | 0.000851 | 4.25664E-06 |

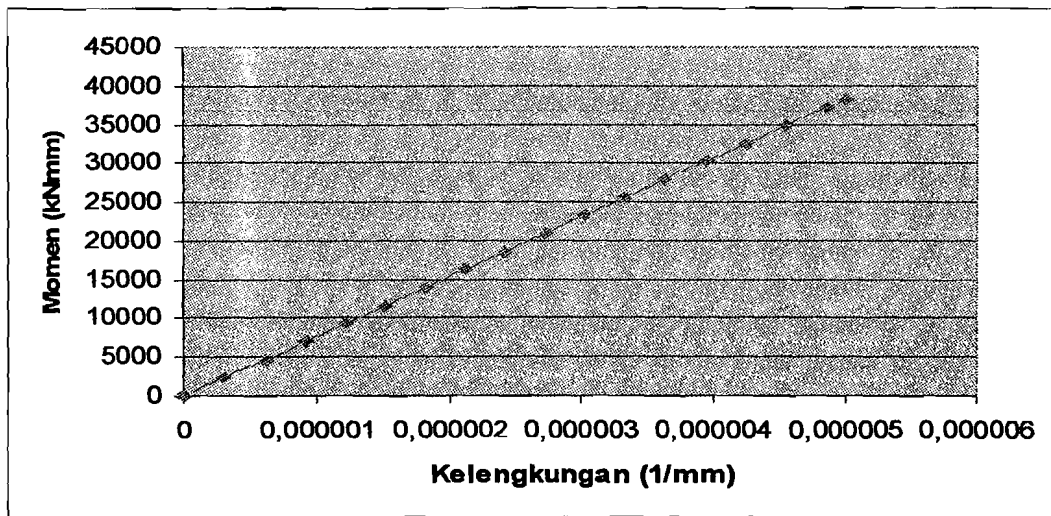
Hubungan Momen – Kelengkungan Gelagar Pelat Dobel Delta

| Beban (kN) | Momen (kNmm) | Fcr (MPa) | Regangan | Kelengkungan 1/mm |
|------------|--------------|-----------|----------|-------------------|
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | 2325 | 12.73053 | 6.06E-05 | 3.03108E-07 |
| 6 | 4650 | 25.46106 | 0.000121 | 6.06216E-07 |
| 9 | 6975 | 38.19159 | 0.000182 | 9.09324E-07 |
| 12 | 9300 | 50.92212 | 0.000242 | 1.21243E-06 |
| 15 | 11625 | 63.65265 | 0.000303 | 1.51554E-06 |
| 18 | 13950 | 76.38318 | 0.000364 | 1.81865E-06 |
| 21 | 16275 | 89.11371 | 0.000424 | 2.12176E-06 |
| 24 | 18600 | 101.8442 | 0.000485 | 2.42486E-06 |
| 27 | 20925 | 114.5748 | 0.000546 | 2.72797E-06 |
| 30 | 23250 | 127.3053 | 0.000606 | 3.03108E-06 |
| 33 | 25575 | 140.0358 | 0.000667 | 3.33419E-06 |

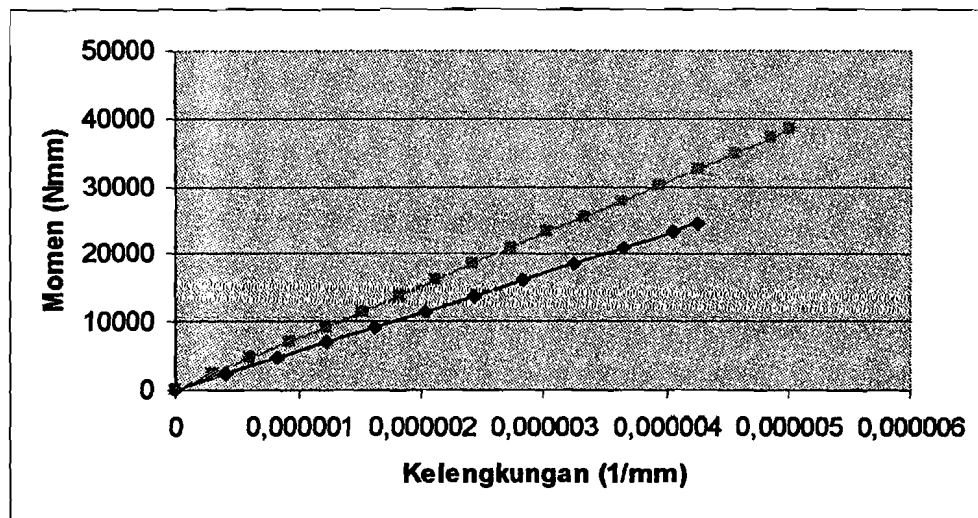
Lanjutan Tabel

| Beban (kN) | Momen (kNmm) | Fcr (MPa) | Regangan | Kelengkungan (1/mm) |
|------------|--------------|-----------|----------|---------------------|
| 36 | 27900 | 152.7664 | 0.000727 | 3.63729E-06 |
| 39 | 30225 | 165.4969 | 0.000788 | 3.9404E-06 |
| 42 | 32550 | 178.2274 | 0.000849 | 4.24351E-06 |
| 45 | 34875 | 190.958 | 0.000909 | 4.54662E-06 |
| 48 | 37200 | 203.6885 | 0.00097 | 4.84973E-06 |
| 49.5 | 38362.5 | 210.0538 | 0.001 | 5.00128E-06 |

**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

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

$$F_{cr} = 113,5 \text{ MPa} < 230 \text{ Mpa}$$

$$S_x = 136551,36 \text{ mm}^3.$$

$$M = 113,405 \times 136551,36$$

$$M = 15485,606 \text{ kNmm}$$

Nilai regangan

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

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

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

$$F_{cr} = 166,75 \text{ MPa} < 230 \text{ Mpa}$$

$$S_x = 182631,82 \text{ mm}^3.$$

$$M = 166,75 \times 182631,82$$

$$M = 30453855,99 \text{ kNmm}$$

Nilai regangan

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{166,75}{2 \times 10^5} = 7,9 \times 10^{-4}$$

Nilai Kelengkungan

$$\phi = \frac{\varepsilon}{h/2} = \frac{7,9 \times 10^{-4}}{330/2} = 4,81 \times 10^{-6} \text{ 1/mm.}$$

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

1. Pelat I.

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

$$\frac{M_n}{M_y} = \left[1 - 0,0005 \frac{800}{420} \left(\frac{400}{2} - \frac{970}{\sqrt{113,5}} \right) \right]$$

$$\frac{M_n}{M_y} = 0,89$$

2. Pelat Dobel Delta

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

$$\frac{M_n}{M_y} = \left[1 - 0,0005 \frac{800}{818,97} \left(\frac{330}{2} - \frac{970}{\sqrt{166,75}} \right) \right]$$

$$\frac{M_n}{M_y} = 0,96$$

PERHITUNGAN RASIO MOMEN NOMINAL (M_n) TERHADAP MOMEN**LELEH (M_y) Hasil Uji****1 Pelat I.**

$$\frac{M_n}{M_y} = \frac{F_{cr}U_{ji}}{F_y}$$

$$\frac{M_n}{M_y} = \frac{178}{230}$$

$$\frac{M_n}{M_y} = 0,77$$

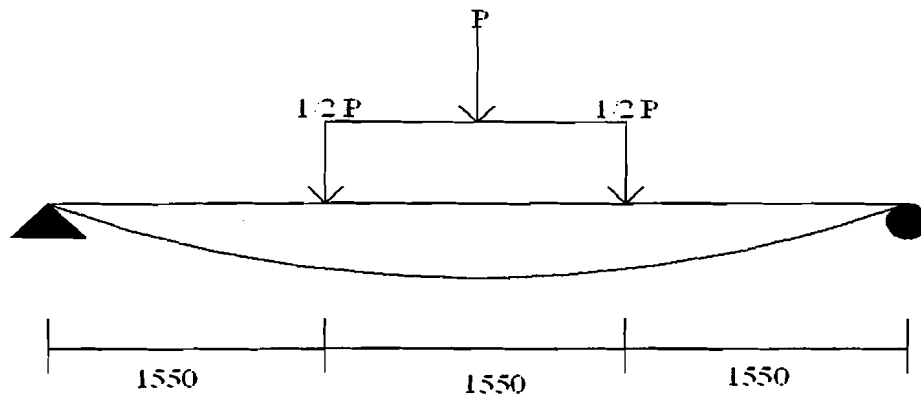
2 Pelat Dobel Delta

$$\frac{M_n}{M_y} = \frac{F_{cr}U_{ji}}{F_y}$$

$$\frac{M_n}{M_y} = \frac{210}{230}$$

$$\frac{M_n}{M_y} = 0,91$$

PERHITUNGAN LENDUTAN TEORITIS



1. Gelagar Pelat I

$$P = 20,28 \text{ kN.}$$

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

$$I = 27719926,67 \text{ mm}^4.$$

$$EI = 2 \times 10^5 \times 27719926,67 = 5,54 \times 10^{12} \text{ N/mm}^2.$$

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

$$\Delta = \frac{23PL^3}{1296EI} = \frac{23 \times 20280 \times 4650^3}{1296 \times 5,54 \times 10^{12}} = 6,53 \text{ mm}$$

2. Gelagar Pelat Dobel Delta

$$P = 33,82 \text{ kN}$$

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

$$I = 37074260 \text{ mm}^4.$$

$$EI = 2 \times 10^5 \times 37074260 = 7,42 \times 10^{12} \text{ N/mm}^2.$$

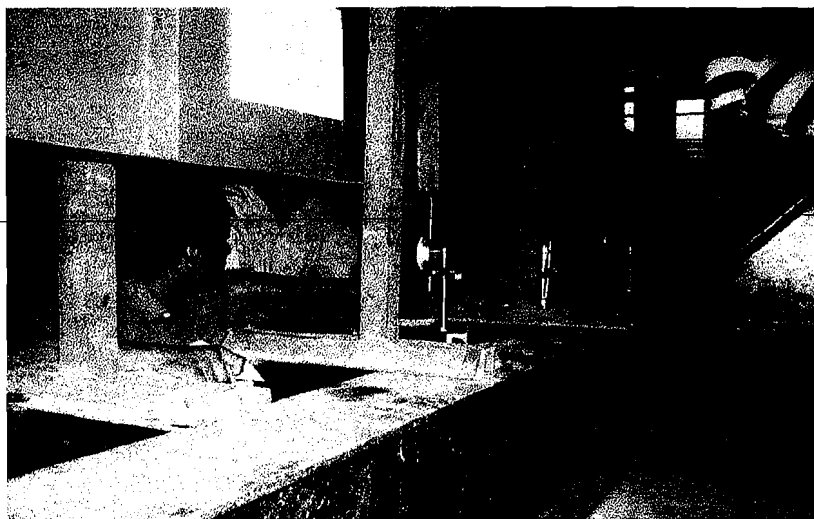
$$L = 4650 \text{ mm}$$

$$\Delta = \frac{23PL^3}{1296EI} = \frac{23 \times 33820 \times 4650^3}{1296 \times 7,42 \times 10^{12}} = 8,13 \text{ mm}$$

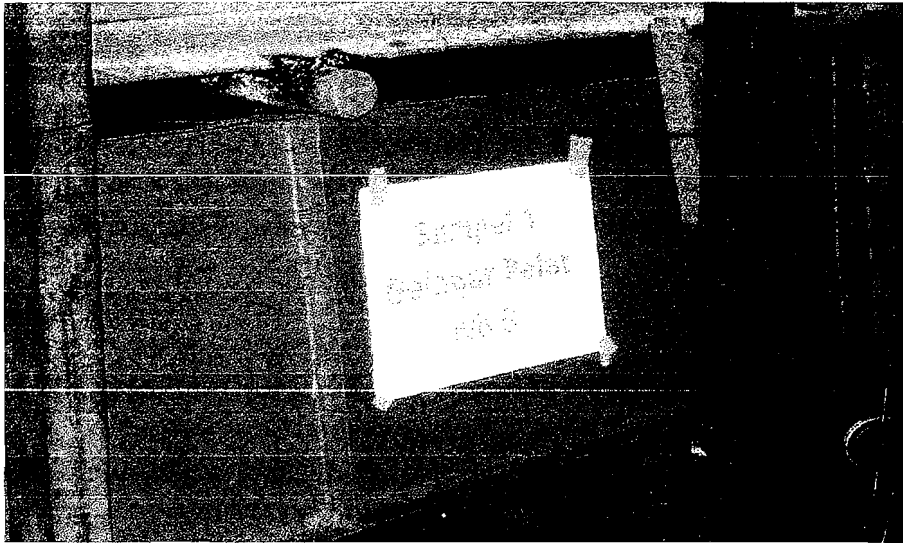
FOTO PELAKSANAAN PENGUJIAN.



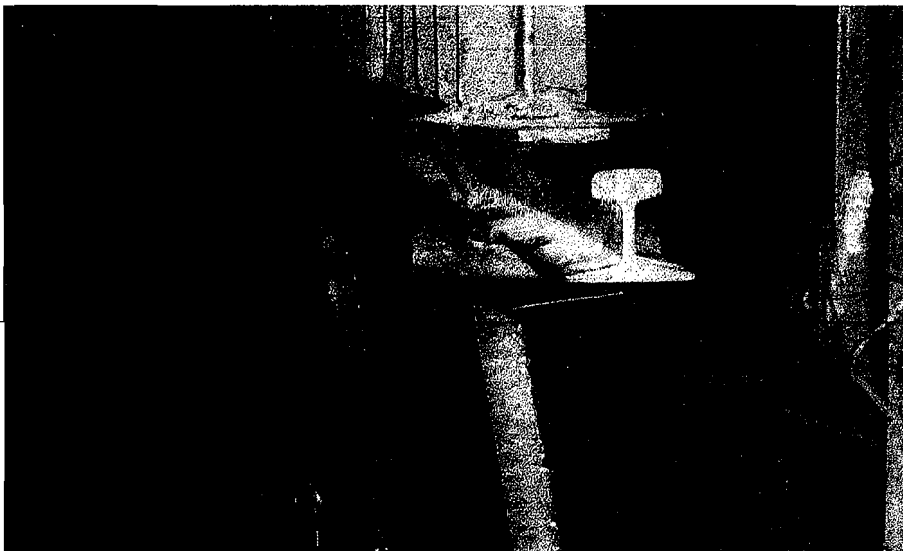
Seting Peralatan Sebelum Pengujian



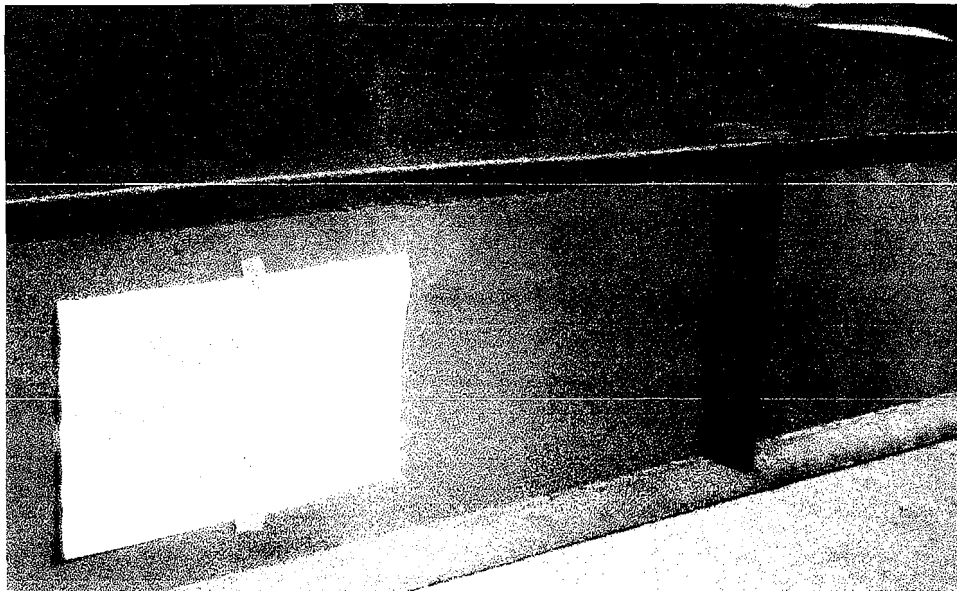
Pengujian Dan Pembacaan Hasil Uji



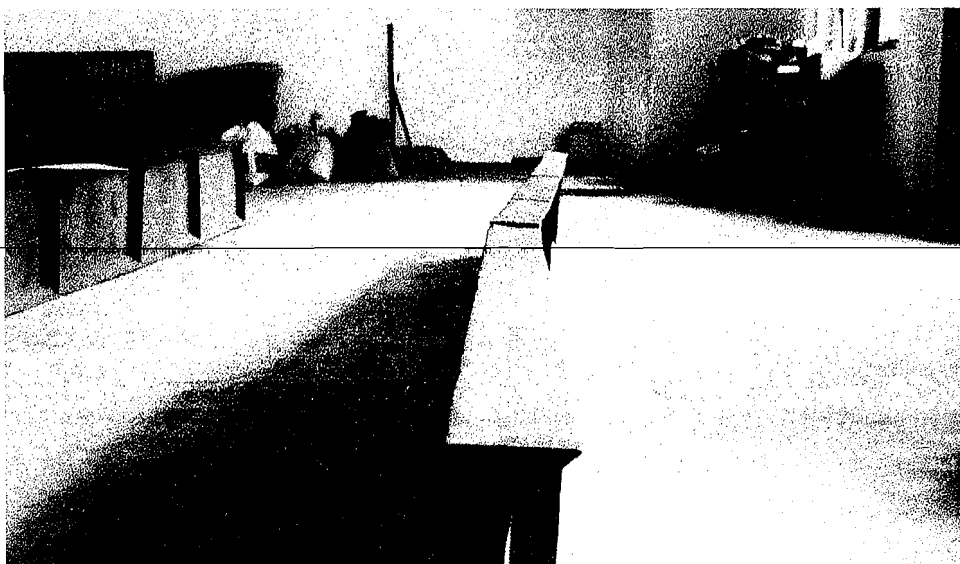
Kerusakan Tekuk Lokal Pada Pelat Sayap Profil I



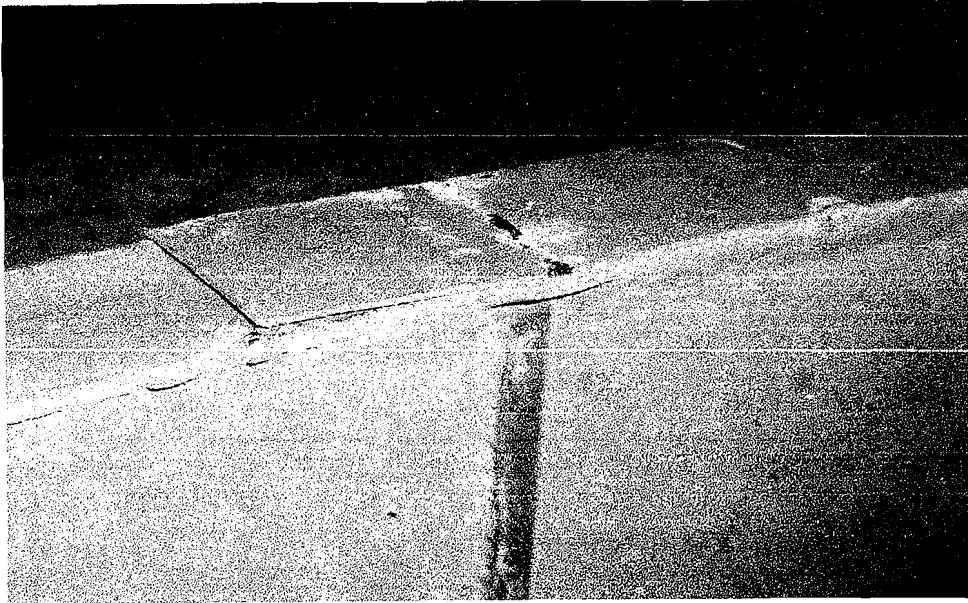
Kerusakan Tekuk Puntir Lateral Pada Pelat I



Gambar Tampak Samping



Kerusakan Tekuk Puntir Lateral Pada Pelat Dobel Delta



Kerusakan Tekuk Lokal Pada Pelat Sayap Profil Dobel Delta