

PERPUSTAKAAN FTSP UH	
HADIAH/BELI	
TGL. TERIMA :	22 Februari 2007
NO. JUDUL :	00 2240
NO. INV. :	572000 2240 001
NO. INDUK :	

TUGAS AKHIR

KAPASITAS TEKAN KOLOM TERSUSUN NON PRISMATIS



Di susun oleh :

Nama : IKE MERDEKAWATI

No. Mhs : 01 511 048

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
JOGJAKARTA
2006

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

LEMBAR PENGESAHAN
LAPORAN TUGAS AKHIR
KAPASITAS TEKAN KOLOM TERSUSUN NON
PRISMATIS

Disusun oleh : Ike Merdekawati

No mahasiswa : 01 511 048

Telah diperiksa dan disetujui oleh:

Dosen Pembimbing,



(Ir. Fatkhurrohman N, MT)

Tanggal: 13 NOVEMBER 2006

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

"Katakanlah : Adakah sama orang-orang yang mengetahui dengan orang-orang yang tidak mengetahui? Sesungguhnya orang yang berakallah yang dapat menerima pelajaran." (QS. Az Zumar : 8)

"Barangsiapa merintis jalan mencari ilmu maka Allah akan memudahkan jalan ke surga." (HR. Muslim)

Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.

"(Q.S: Alam Nasyrah : 5)

Alhamdulillah.....

Satu fase kehidupan ini kulalui penuh syukur kupersembahkan skripsi ini kepada:

- ❖ Allah S.W.T yang telah memberikan kesempatan sehingga skripsiku ini bisa selesai walaupun agak lama.*
- ❖ Bapak n Ibu makasih ya atas semua doa, dukungan dan atas pengertiannya*
- ❖ Adikku Heru Diatmoko makasih ya dek udah mau bantuin dengan doamu n bantuin ngutak atik komputer.*
- ❖ Rini Harjani special untukmu makasih udah mau menyemangati ku dari mulai KP ampe skripsinya kelar makasih ya.*
- ❖ Sahabat-sahabatku (Uthie, Dwi, Irma, Agung, Sarimie) makasih atas doa dan dukungan kalian selama ini.*
- ❖ Temen-temen KKN ku yang udah mau bantuin aku bikin program thanks ya prend.*
- ❖ Teman-teman Sipil '01 terima kasih atas kenangan yang menyenangkan selama kita kuliah di VII ini*

KATA PENGANTAR



Assalamu 'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas karunia dan rahmat-Nya hingga penyusun dapat melaksanakan dan menyusun laporan Tugas Akhir ini dengan baik.

Laporan Tugas Akhir ini disusun sebagai syarat menempuh jenjang pendidikan Strata Satu (S-1) pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta. Dalam menyusun laporan, sebelumnya penyusun telah melakukan pengujian pada Laboratorium Mekanika Rekayasa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Jurusan Teknik Sipil Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.

Selama melaksanakan dan menyusun laporan Tugas Akhir, penyusun mendapatkan banyak bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penyusun menyampaikan terima kasih kepada:

1. Bapak Ir. H. Ruzardi, MS, selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Ir. H. Faisol, MS., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
3. Bapak Ir. Fatkhurrohman N., MT., selaku Dosen Pembimbing,

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
MOTTO DAN PERSEMBAHAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
DAFTAR LAMBANG DAN NOTASI	xiii
ABSTRAKSI	xiv
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Batasan Masalah	3
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB III. LANDASAN TEORI	7
3.1. Kolom.....	7
3.2. Kolom Tunggal	7

3.2.1. Efek Gaya Geser Pada Kolom Tunggal	10
3.3. Penampang Lintang Profil Siku	13
3.3.1. Penampang Tunggal.....	13
3.3.2. Penampang Gabungan.....	14
3.4. Kolom Tersusun Prismatis	15
3.4.1 Efek Gaya Geser Pada Kolom Tersusun Prismatis.....	18
3.5. Kolom Tersusun Non Prismatis	23
3.6. Hipotesis.....	26
BAB IV METODE PENELITIAN	27
4.1. Metodologi Penelitian.....	27
4.2. Bahan dan Alat yang digunakan.....	28
4.2.1. Bahan.....	28
4.2.2 Peralatan Penelitian.....	28
4.3. Model Benda Uji.....	32
4.4. Pembuatan Benda Uji	33
4.5. Langkah-langkah Pengujian	34
4.5.1. Pengujian Kuat Tekan Baja	34
4.4.2. Pengujian Tarik	35
BAB V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	36
5.1. Hasil Pengujian	38
5.1.1 Hasil Uji Pendahuluan.....	38

5.1.1.1. Uji Tarik Baja Siku dan Pelat.....	39
5.1.1.2. Uji Kuat Geser Sambungan Las	39
5.1.1.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom Tersusun	40
5.2. Pembahasan	43
5.2.1 Uji Kuat Tarik	43
5.2.2 Uji Kuat Geser Sambungan Las.....	45
5.2.3 Uji Kuat Tekan Pada Kolm Tersusun.....	46
5.3. Perhitungan Teoritis dengan Hasil Pengujian.....	50
BAB VI. KESIMPULAN DAN SARAN	54
6.1. Kesimpulan	54
6.2. Saran	55
DAFTAR PUSTAKA	56
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. perbandingan h_o/h_m dengan μ	24
Tabel 5.1. Hasil Pengujian Kuat Tarik Bahan.....	36
Tabel 5.2. Hasil Pengujian Kuat Tarik Las.....	36
Tabel 5.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom.....	39
Tabel 5.4. Analisis Hasil Uji Kuat Tarik Baja Siku.....	41
Tabel 5.5. Hasil Pengujian Kuat Tarik Las Baja Siku.....	42
Tabel 5.6a Hasil Regresi Kekuatan Kolom Tersusun pada variasi $h_o/h_m = 0.6$	44
Tabel 5.6b Hasil Regresi Kekuatan Kolom Tersusun pada variasi $h_o/h_m = 0.4$	45
Tabel 5.6c Hasil Regresi Kekuatan Kolom Tersusun pada variasi $h_o/h_m = 0.6$	46
Tabel 5.7. Hasil Perhitungan Persamaan Friedich Bleich (1952) untuk mengetahui Tegangan Kritis (P_{cr}).....	48
Tabel 5.8. Hasil Perbandingan P_{cr} Teoritis Dan P_{cr} Pengujian.....	48

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Batang Lurus Dibebani Gaya Tekan Aksial.....	7
Gambar 3.2. Batang Tunggal Dibebani Gaya Tekan P.....	9
Gambar 3.3. Profil Siku Penampang Tunggal.....	12
Gambar 3.4. Profil Siku Kolom Tersusun.....	13
Gambar 3.5. Berbagai Macam Profil Tersusun.....	15
Gambar 3.6. Konfigurasi Batang Perangkai Diagonal.....	16
Gambar 3.7. Kolom Tersusun Yang Dibebani Gaya Aksial.....	18
Gambar 3.8. Kolom Tersusun Non Prismatis Yang Dibebani Gaya Aksial....	22
Gambar 3.9. Perbandingan Beban Kritis – h_0/h_m	25
Gambar 4.1. Bagan Alir Metoda Penelitian.....	26
Gambar 4.2. Bentuk Fisik Loading Frame	28
Gambar 4.3. Dial Gauge	29
Gambar 4.4. Hidraulic Jack.....	30
Gambar 4.5. Universal Testing Machine Shimatzu UMH30.....	30
Gambar 4.6. Model Benda Uji.....	31
Gambar 4.7. Gambar Benda Uji Kuat Tarik Baja.....	33
Gambar 5.1. Penempatan Dial Pada Benda uji.....	37
Gambar 5.2. Grafik Hubungan Beban Dengan Lendutan Maksimum.....	39
Gambar 5.3. Gambar Benda Uji Kuat Tarik Baja.....	40

Gambar 5.4. Gambar Benda Uji Kuat Geser Las.....	42
Gambar 5.5. Grafik Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Pengujian Dan Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Regresi Pada Variasi $h_o/h_m = 0,6$	44
Gambar 5.6. Grafik Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Pengujian Dan Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Regresi Pada Variasi $h_o/h_m = 0,4$	45
Gambar 5.7. Grafik Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Pengujian Dan Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Regresi Pada Variasi $h_o/h_m = 0,2$	46
Gambar 5.7. Grafik Perbandingan Beban Kritis (P_{cr}) Teori Dan Beban Kritis (P_{cr}) Hasil pengujian.....	49

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 = Lembar Konsultasi

Lampiran 2 = Perhitungan Sifat Penampang

Lampiran 3 = Perhitungan Regresi

Lampiran 4 = Gambar

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kolom baja dapat berupa kolom tunggal maupun kolom tersusun (*built up*). Kolom tersusun adalah gabungan dua profil atau lebih yang di rangkai menjadi satu kesatuan menggunakan batang-batang perangkai guna mendapatkan kolom dengan kekuatan besar. Kapasitas kolom tersusun di pengaruhi oleh banyak faktor antara lain bentuk dan ukuran profil tunggal, jumlah profil, jarak antar profil, konfigurasi antar batang perangkai, panjang kolom dan kondisi ujung-ujung kolom. Jarak antar profil berpengaruh kepada momen inersia kolom tersusun. Kapasitas kolom tersusun non prismatis menarik di teliti karena belum banyak di kemukakan. Salah satu bentuk kolom tersusun yang sering di jumpai penampangnya bervariasi (non prismatis), dengan demikian momen inersia penampang kolom tersebut juga bervariasi. Momen inersia berpengaruh pada kekuatan maupun kekakuan kolom.

Pada kolom tersusun, peristiwa tekuk dapat terjadi yang mengakibatkan efisiensi penampang pada kolom tersusun berkurang. Keruntuhan akibat tekuk terjadi pada batang yang langsing, dimana tegangan kritis (F_{cr}) yang dimiliki oleh pelat jauh di bawah tegangan lelehnya. Kolom tersusun dapat di susun dengan menggunakan batang-batang perangkai. Batang perangkai dapat disusun secara diagonal, melintang dan kombinasi melintang diagonal.

Penelitian ini di khususkan pada kolom tersusun non prismatis empat profil siku dengan perangkai diagonal dan melintang yang dipengaruhi oleh nilai h_o/h_m dimana h_m merupakan bentang terpanjang dari perangkai melintang sedangkan h_o merupakan bentang terpendek dari perangkai melintang dan memiliki ragam kegagalan apakah kolom tersusun non prismatis terjadi tekuk lokal atau tekuk keseluruhan (all buckling) dan aman untuk digunakan sebagai komponen struktur bangunan.

1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian eksperimental adalah :

1. Mengetahui kuat tekan kolom tersusun non prismatis empat profil siku dengan perangkai diagonal dan melintang dipengaruhi oleh nilai h_o/h_m
2. Mengetahui jenis kegagalan kolom tersusun non prismatis.
3. Membandingkan beban kritis hasil penelitian dengan beban kritis teori *Friedrich Bleich*.

1.3 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian eksperimental ini diharapkan mendapat manfaat sebagai berikut :

1. Mengembangkan pengetahuan tentang kolom non prismatis.
2. Memberikan informasi tentang kapasitas kolom non prismatis dengan variasi h_o/h_m

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Kolom adalah suatu batang struktur yang mengalami beban di ujung batang dimana garis kerja sejajar dengan batang tersebut. Bila garis kerja beban ujung berhimpit dengan sumbu batang, maka beban tersebut disebut dibebani secara aksial sentries (*Jensen dan Chenoweth, 1983*).

Kekuatan batang tekan dipengaruhi oleh faktor tekuk (*buckling*) atau lenturan mendadak akibat ketidakstabilan, terjadi sebelum kekuatan batang sepenuhnya tercapai. Kapasitas kolom di pengaruhi oleh stabilitas kolom terhadap tekuk. Tekuk yang terjadi pada kolom yang tersusun dari pelat adalah tekuk keseluruhan dan tekuk lokal (*Salmon dan Johnson, 1994*)

Kolom dapat dikategorikan berdasarkan panjangnya, kolom pendek adalah jenis kolom yang kegagalannya berupa kegagalan material (ditentukan berdasarkan kekuatan material). Kolom panjang adalah kolom yang kegagalannya karena ketidakstabilan, bukan karena kekuatannya. Pada kolom panjang, dimensi dalam arah memanjang jauh lebih besar dibandingkan dimensi arah lateral. Karena adanya potensi menekuk yang bekerja pada jenis kolom ini, maka kapasitas pikul bebanya semakin kecil.(*Schodek,1991*).

Analisis untuk kuat tekan batang secara matematis dilakukan pertama kali oleh **Leonhard Euler (1744)**, dimana Euler menyelidiki tekuk kolom langsing dan menentukan beban kritisnya. Beban kritis (P_{cr}) adalah harga beban aksial dimana kolom dapat mengalami defleksi lateral kecil tanpa adanya perubahan gaya aksial. Dengan demikian, beban kritis menunjukkan batas antara kondisi stabil dan tidak stabil. Jika ($P < P_{cr}$), maka struktur stabil, jika ($P > P_{cr}$), maka struktur tidak stabil (**Gere dan Timoshenko, 2000**).

Menurut persamaan yang dikemukakan Euler dalam buku **Salmon dan Johnson (1994)** beban kritis merupakan batang tekan berbanding terbalik dengan kuadrat kelangsingan, semakin langsing suatu batang maka tegangan kritisnya semakin kecil. Dimana besarnya beban kritis di pengaruhi oleh kelangsingan batang, sifat bahan dan momen inersia.

Salmon dan Johnson (1990) mengemukakan bahwa bila batang mengalami lentur akibat gaya aksial, pada penampang batang tersebut bekerja komponen gaya yang arahnya tegak lurus terhadap sumbu batang. Pengaruh gaya geser terhadap pengurangan kekuatan kolom sebanding dengan besarnya deformasi yang ditimbulkan oleh gaya geser. Nilai beban kritis di pengaruhi oleh nilai panjang batang diagonal atau horisontal di bagi dengan luas penampang diagonal atau horisontal

BAB III

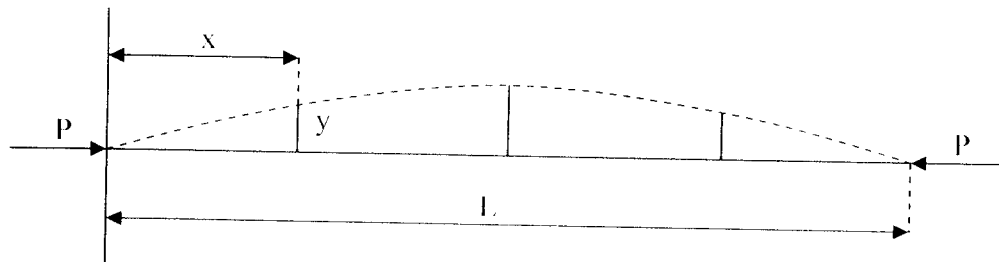
LANDASAN TEORI

3.1. Kolom

Komponen struktur tekan pada baja dapat dibuat dari profil tunggal atau profil tersusun (*built up*). Kapasitas tekan dan kekakuan profil tunggal terbatas karena ukuran penampang baja yang tersedia terbatas. Pada kolom dengan beban besar dan memerlukan kekakuan besar, kapasitas profil tunggal tidak memenuhi. Persoalan seperti diatas dapat diselesaikan dengan menggunakan kolom profil gabungan (tersusun), kolom tersusun digunakan untuk mendapatkan kolom yang lebih efisien dalam menahan beban dengan kapasitas yang besar.

3.2. Kolom Tunggal

Kolom tunggal adalah komponen struktur tekan yang terbuat dari satu profil. Kapasitas tekan kolom tunggal terbatas karena di pengaruhi oleh banyak faktor antara lain bentuk dan ukuran profil tunggal, panjang kolom dan kondisi ujung-ujung kolom. Akibat pengaruh beban, kolom tunggal dapat melentur dan di dalam penampangnya timbul gaya geser.



Gambar 3.1 Batang lurus di bebani gaya tekan aksial

Gambar 3.1 menunjukkan sebuah batang lurus yang kedua ujungnya sendi, di bebani gaya tekan aksial (P) akibatnya batang melengkung. Anggap penampang batang yang letaknya x dari ujung kiri mengalami pelenturan sebesar y . Akibat beban P dan pelenturan (y) dipenampang tersebut bekerja momen lentur, di penampang tersebut bekerja momen lentur.

$$M = -P \cdot y \quad (3.1)$$

Persamaan pelenturan akibat beban (P) dapat dinyatakan :

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{P}{EI} y \quad (3.2a)$$

atau

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + \frac{P}{EI} y = 0 \quad (3.2b)$$

Anggap $k^2 = P/EI$, penyelesaian persamaan diferensial linear tingkat dua ini dapat diwujudkan menjadi :

$$y = A \sin kx + B \cos kz \quad (3.3)$$

Dimana A dan B adalah konstanta integrasi yang didapat dari syarat-syarat batas yaitu defleksi adalah nol ($v=0$) apabila $z = L$.

$$0 = A \sin kL \quad (3.4)$$

Pemenuhan Persamaan (3.4) dengan $\Lambda = 0$ tidak ada defleksi, $kL = 0$ tidak ada beban luar, dan $kL = n\pi$, yakni syarat terjadinya tekukan. Dengan demikian :

$$\left(\frac{n\pi}{L}\right)^2 = \frac{P}{EI}$$

$$P = \frac{n^2 \pi^2 EI}{L^2} \quad (3.5)$$

Ragam tekukan fundamental, defleksi kurvatur tunggal $y = A \sin \pi x / L$ akan terjadi bila $n = 1$; sehingga :

$$P = \frac{\pi^2 EI}{L^2} \quad (3.6)$$

atau dinyatakan dalam tegangan tekan rata-rata :

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL/r)^2} \quad (3.7)$$

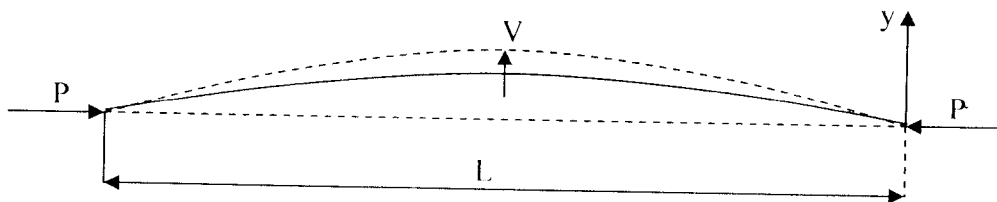
(KL/r) adalah kelangsingan batang, K adalah faktor panjang efektif, $r = \sqrt{I/A}$ (jari-jari inersia) dan I adalah momen inersia. Tampak bahwa tegangan kritis batang tekan berbanding terbalik dengan kuadrat kelangsingan, semakin langsing suatu batang maka tegangan kritisnya semakin kecil.

3.2.1 Efek Gaya Geser Pada Kolom Tunggal

Persamaan yang dijabarkan secara matematis oleh *Euler* dalam buku Padosbajayo (1992). Pada Gambar (3.2) menunjukkan sebuah kolom batang tunggal yang dibebani gaya aksial akibat pengaruh gaya tekan (P), kolom melentur dan didalam penampangnya timbul gaya geser.

Dari persamaan (3.2) Gaya geser (V) yang timbul pada penampang batang adalah

$$V = \frac{M_x}{d_x} \text{ atau } V = P \frac{d_y}{d_x} \quad (3.8)$$



Gambar 3.2 Batang Tunggal di bebani gaya tekan P

Pelenturan akibat gaya lintang dinyatakan dengan persamaan:

$$\frac{d\theta}{dx} = \frac{\beta}{A.G} P \frac{d^2 y}{dx^2} \quad (3.9)$$

Pelenturan total (akibat P dan V) adalah

$$\frac{d^2 y}{dx^2} = -\frac{P}{EI} y + \frac{\beta.P}{A.G} \frac{d^2 y}{dx^2} \quad (3.10a)$$

atau

$$\frac{d^2 y}{dx^2} + \frac{1}{EI} \left[1 - \frac{\beta \cdot P}{AG} \right] = 0 \quad (3.10b)$$

Penyelesaian persamaan (3.10b)

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{L^2} \frac{1}{\left[1 + \frac{\beta \pi^2 EI}{AG L^2} \right]} \quad (3.11)$$

dengan $\frac{\pi^2 EI}{L^2} = Pe$ (beban tekuk euler) andaikan $\frac{\beta}{AG} = \frac{1}{Pd}$; persamaan (3.11)

dapat dinyatakan dalam persamaan (3.12):

$$P_{cr} = \frac{Pe}{1 + \frac{Pe}{Pd}} \quad (3.12)$$

masing-masing ruas persamaan (3.10) dibagi dengan luas (A) diperoleh persamaan:

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{A L^2} \frac{1}{\left[1 + \frac{\beta \pi^2 EI}{AG A L^2} \right]} \quad (3.13)$$

karena $\frac{I}{A} = i^2$; maka persamaan (3.13) dapat dinyatakan dengan persamaan (3.14)

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{[L_k / i]^2} \frac{1}{\left[1 + \frac{\beta \pi^2 EI}{AG L^2} \right]} \quad (3.14)$$

persamaan diatas dapat dinyatakan dalam bentuk lebih sederhana

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{\left[\alpha \frac{L_k}{i} \right]^2} \quad (3.15)$$

dengan

$$\alpha = \sqrt{1 + 2(1 + \mu)\pi^2 \beta (L_k / i)^2}$$

untuk baja $\mu = 0,3$ dan $\beta = 2$, hubungan kelangsingan dengan α pada kelangsingan 50,70 dan 100 adalah sebagai berikut:

$$\frac{L_k}{i} = 50 \quad \alpha = 1,01$$

$$\frac{L_k}{i} = 70 \quad \alpha = 1,005$$

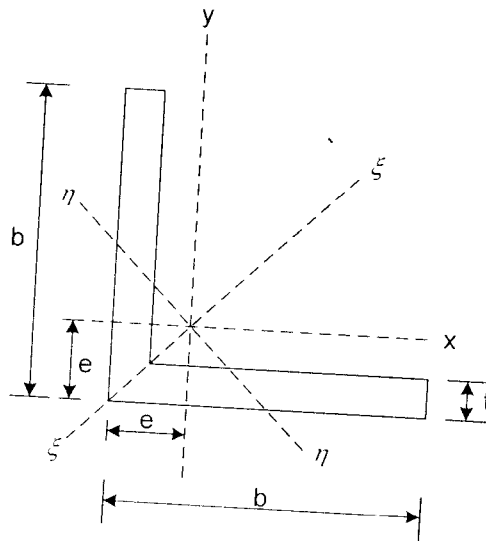
$$\frac{L_k}{i} = 100 \quad \alpha = 1,005$$

Tampak bahwa pengaruh gaya lintang terhadap beban kritis kolom tunggal relatif kecil. Untuk kelangsingan 50 pengaruh gaya lintang lebih kurang satu persen, sedangkan untuk kelangsingan 70 pengaruhnya setengah persen, sehingga untuk tujuan praktis sering diabaikan. Pengaruh gaya geser terhadap kuat tekan kolom pada kolom tunggal tidak terlalu diperhitungkan, untuk kolom tersusun. Pengaruh gaya geser terhadap kuat tekan kolom sangat berpengaruh.

3.3 Penampang Lintang Profil Siku

a Penampang Tunggal

Sifat penampang dari gabungan profil siku seperti terlihat pada Gambar 3.3 meliputi: luas penampang, momen inersia dan jari-jari inersia dapat dihitung menggunakan Persamaan (3.16):



Gambar 3.3 Profil Siku

$$A = b \times t + (b-t) \times t \tag{3.16}$$

statis momen terhadap sisi bawah

$$e_x = e_y = \frac{b \times t \times 0,5 \times b + (b-t) \times t \times 0,5 \times t}{b \times t + (b-t) \times t} \tag{3.17}$$

$$c_x = c_y = e - \frac{1}{2} \times t \tag{3.18}$$

$$I_x = I_y = \frac{1}{12} \times b^3 \times t + b \times t \times \left(\frac{1}{2}t + (c_x \text{ atau } c_y) \right)^2 + \frac{1}{12} \times b \times t^3 + (b-t) \times t \times \left(\frac{1}{2}t + (c_x \text{ atau } c_y) \right)^2 \tag{3.19}$$

$$r_x = r_y = \sqrt{\frac{(I_x \text{ atau } I_y)}{A}} \quad (3.20)$$

$$I_{\text{maks}} = \frac{I_x + I_y}{2} + \sqrt{\left[\frac{I_x - I_y}{2}\right]^2 + (\sum x,y \cdot A)^2} \quad (3.21)$$

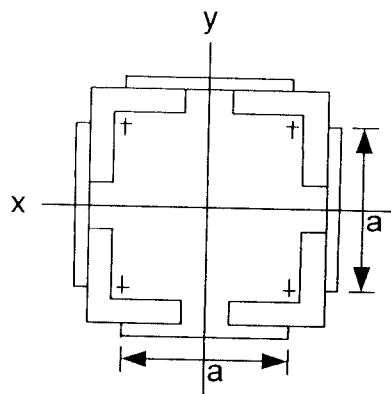
$$r_{\text{maks}} = \sqrt{\frac{I_{\text{maks}}}{A}} \quad (3.22)$$

$$I_{\text{min}} = \frac{I_x - I_y}{2} - \sqrt{\left[\frac{I_x - I_y}{2}\right]^2 + (\sum x,y \cdot A)^2} \quad (3.23)$$

$$r_{\text{min}} = \sqrt{\frac{I_{\text{min}}}{A}} \quad (3.24)$$

b. Penampang Kolom Tersusun

Sebuah kolom tersusun dari empat profil siku yang dihubungkan dengan batang-batang perangkai ditunjukkan pada Gambar (3.4)



Gambar 3.4 Profil Siku Tersusun

Luas penampang profil gabungan (A_{gab})

$$A_{gab} = 4.A_{profil tunggal} \quad (3.25)$$

Momen inersia terhadap sumbu x = sumbu y

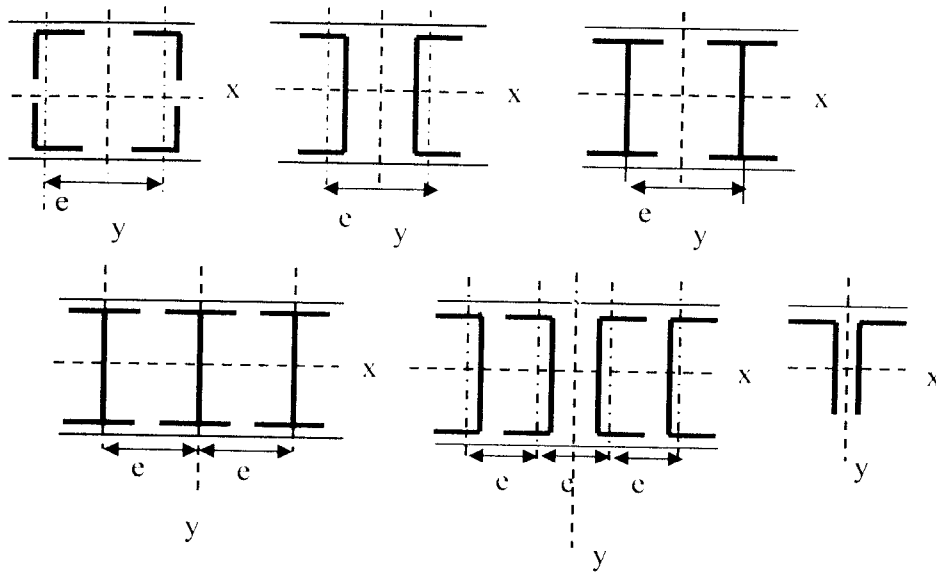
$$I_{x_{gab}} = I_{y_{gab}} = 4.I_{x_{tunggal}} + 4.(A_{profil tunggal} + (1/2a)^2) \quad (3.26)$$

Jari-jari inersia terhadap sumbu x = sumbu y

$$r_x = r_y = \sqrt{\frac{(I_{x_{gab}} \text{ atau } I_{y_{gab}})}{A_{gab}}} \quad (3.27)$$

3.4 Kolom Tersusun Prismatis

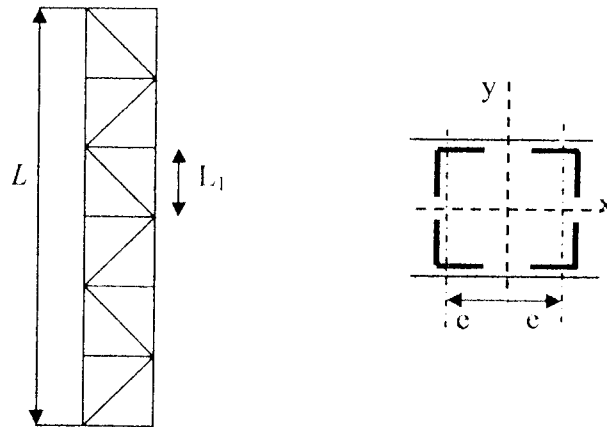
Kolom tersusun adalah profil gabungan dua batang atau lebih, dimana batang yang satu dengan batang yang lain dihubungkan bersama-sama menggunakan batang-batang penghubung sedemikian rupa sehingga membentuk satu kesatuan. Berbagai susunan profil dapat di lihat dalam Gambar 3.5



Gambar 3.5 Berbagai Macam Profil Tersusun

Fungsi perangkai adalah untuk menahan gaya lintang yang timbul sepanjang kolom, sehingga batang tersusun dapat membentuk satu kesatuan dalam hal mendukung beban.

Untuk membentuk kolom tersusun di perlukan perangkai yang berupa pelat atau batang. Batang perangkai dapat disusun secara diagonal, melintang dan kombinasi melintang dan diagonal.



Gambar 3.6 Konfigurasi Batang Perangkai Diagonal

Ada beberapa hal yang dapat menyebabkan kegagalan pada kolom, diantaranya adalah peristiwa tekuk. Sifat kolom yang mengalami suatu tekuk tertentu di pengaruhi oleh angka kelangsingan, semakin langsing suatu kolom akan mengakibatkan peristiwa tekuk dapat terjadi.

Pada kolom atau batang tekan yang panjang dengan beban yang berat, kolom tersusun lebih banyak di gunakan karena lebih hemat di banding menggunakan profil tunggal. Inti dari penggunaan profil tersusun adalah untuk mendapatkan penampang yang mempunyai luas dan momen inersia besar sehingga di dapat kolom yang mempunyai kekakuan dan kapasitas besar.

3.5 Efek Gaya Geser Pada Kolom Tersusun Prismatis

Salmon dan Johnson (1990) mengemukakan bahwa bila batang mengalami lentur akibat gaya aksial, pada penampang batang tersebut bekerja komponen gaya yang arahnya tegak lurus terhadap sumbu batang. Komponen gaya ini disebut gaya geser. Pengaruh gaya geser terhadap pengurangan kekuatan kolom sebanding dengan besarnya deformasi yang ditimbulkan oleh gaya geser. Untuk penampang tunggal pengaruh geser sangat kecil sehingga dapat diabaikan, sedangkan pada kolom tersusun geser mempengaruhi besarnya kapasitas kolom sehingga pengaruh geser pada kolom tersusun perlu diperhitungkan.

Menurut Persamaan *Frederich Bleich (1952)* yang dikemukakan dalam buku *Buckling strength of metal structures*, kolom tersusun yang menggunakan batang perangkai diagonal dan melintang yang dibebani gaya aksial (Gambar 3.7) mempunyai persamaan Tegangan Energi :

$$V = \frac{1}{2} \left(2 \sum \frac{F^2 c}{E_t A} + \sum \frac{D^2 d}{EA_d} + \sum \frac{B^2 h}{EA_b} \right) \quad (3.28)$$

sehingga bentuk Persamaan Energi Tegangan V adalah :

$$V = P_c^2 \frac{f^3 l}{4} \left(\frac{1}{E_t I_0} + \frac{d^3 \pi^2}{ch^2 l^2} \frac{1}{EA_d} + \frac{h \pi^2}{c l^2} \frac{1}{EA_b} \right) \quad (3.33)$$

Persamaan Gaya Luar (W) :

$$W = P_c \Delta l = \frac{P_c}{2} \int_0^l y^2 dx \quad (3.34)$$

Dengan $y' = (\pi/l)f \cos(\pi x/l)$, setelah di integralkan didapat :

$$W = P_c \frac{\pi^2 f^2}{4l} \quad (3.35)$$

Substitusi (V) dan (W) dari Persamaan (3.33) dan (3.35) adalah :

$$\frac{\pi^2}{l} - P_c l \left(\frac{1}{E_t I_0} + \frac{\pi^2 d^3}{l^2 ch^2} \frac{1}{EA_d} + \frac{\pi^2 h}{l^2 c} \frac{1}{EA_b} \right) = 0 \quad (3.36)$$

Sehingga Persamaan Tegangan Kritis adalah

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E_t I_0}{l^2} \frac{1}{1 + \frac{\pi^2 E_t I_0}{l^2} \frac{1}{Ech^2} \left(\frac{d^3}{A_d} + \frac{h^3}{A_b} \right)} \quad (3.37)$$

Dari Persamaan (3.37) nilai P_{cr} akan semakin besar bila panjang batang diagonal (d) atau horisontal (h) di bagi dengan luas penampang diagonal (A_d) atau horisontal (A_b) juga semakin besar. Jika perangkat sangat kaku, $A_d = A_b = \infty$, persamaan (3.40) akan menjadi tegangan kritis $\pi^2 E_t I_0 / l^2$ dimana tegangan kritis

kolom tersusun tersebut mempunyai momen inersia $I_0 = A(h^2/2)$. Momen sebenarnya dari penampang kolom adalah :

$$I = I_0 + 2 I_1$$

Dengan substitusi I pada I_0 pada persamaan (3.46) didapat **Persamaan Kritis Kolom Tersusun Prismatis** yaitu:

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E_t I}{(kl)^2} \quad (3.38)$$

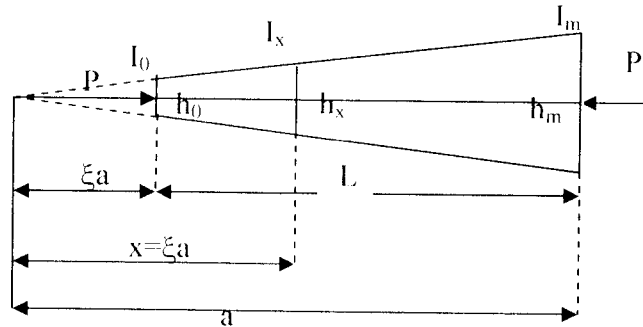
dengan :

$$k = \sqrt{1 + \frac{\pi^2 E_t I_0}{L^2} \frac{d}{2E_t L_1 h^2 A_d}} \quad (3.39)$$

Dimana E_t adalah modulus elastis kolom, L adalah panjang kolom, I_0 adalah inersia batang perangkai ($I_0 = A(h^2/2)$), d adalah panjang batang diagonal, h adalah panjang batang horizontal, A_b adalah luas penampang satu batang horizontal, A_d adalah luas penampang satu batang diagonal.

Dari persamaan (3.39) dapat kita lihat bahwa semakin besar luas penampang batang diagonal (A_d) maka nilai k akan semakin kecil dan P_{cr} akan semakin besar. semakin panjang elemen batang yang dibatasi oleh ujung-ujung batang penghubung (L_1) maka nilai k akan semakin kecil dan P_{cr} akan semakin besar dan tegangan kritis (F_{cr}) akan semakin membesar.

3.6 Kolom Tersusun Non Prismatic



Gambar 3.8 Kolom Non Prismatic

Menurut Persamaan *Frederich Bleich* (1952) yang dikemukakan dalam buku *Buckling strength of metal structures*, kolom tersusun yang menggunakan batang perangkai diagonal dan melintang yang dibebani gaya aksial.

I_m adalah momen inersia yang merupakan as kolom dan I_x merupakan nilai dari acuan titik x , dapat ditulis menjadi

$$I_x = I_m \frac{h_x^2}{h_m^2} = I_m \frac{x^2}{a^2} = I_m \xi^2 \quad (3.40)$$

dimana $\xi = \frac{x}{a}$ merupakan dimensi kuantitas. Persamaan diferensial pada

kolom adalah

$$E_t I_x \frac{d^2 y}{dx^2} + P y = 0 \quad (3.41)$$

substitusi I_x dari Persamaan 3.41 adalah

$$\alpha^2 = \frac{P\alpha^2}{E_t I_m} \quad (3.42)$$

Persamaan diferensial dengan variabel koefisien :

$$\xi^2 \frac{d^2 y}{d\xi^2} + \alpha^2 y = 0 \quad (3.43)$$

menjadi

$$y = \sqrt{\xi} [A \sin(k \log_c \xi) + B \cos(k \log_c \xi)] \quad (3.44)$$

dimana

$$k = \sqrt{\alpha^2 - 1/4} \quad (3.45)$$

dari Persamaan (3.44) dengan batas :

$$\begin{aligned} \xi = \xi_0 = \frac{h_0}{h_m} : y = 0 \\ \xi = 1 : y = 0 \end{aligned} \quad (3.46)$$

dari Persamaan (3.44) dan (3.46) adalah

$$\begin{aligned} A \sin\left(k \log_c \frac{h_0}{h_m}\right) + B \cos\left(k \log_c \frac{h_0}{h_m}\right) = 0 \\ B = 0 \end{aligned} \quad (3.47)$$

dari nilai A dan B, dapat ditulis menjadi :

$$\sin\left(k \log_e \frac{h_0}{h_m}\right) = 0 \quad (3.48)$$

dimana

$$k_1 = \frac{\pi}{\log_e h_0 - \log_e h_m} \quad (3.49)$$

dari Persamaan (3.42) dan (3.44) didapat **Persamaan Tegangan Kritis**

Kolom Tersusun Non Prismatic yaitu :

$$P_c = \mu \frac{\pi^2 E_t I_m}{l^2} \quad (3.50)$$

dengan

$$\mu = \frac{1}{4} \left(1 - \frac{h_0}{h_m}\right)^2 \left[\frac{1}{\pi^2} + \frac{4}{(\log_e h_0 - \log_e h_m)^2} \right] \quad (3.51)$$

Jika dari persamaan (3.50) nilai $h_0/h_m = 0.2, 0.4$ dan 0.6 dan nilai momen inersia maksimum dari kolom maka dapat dibuat grafik perbandingan P_{cr}/P_y dengan h_0/h_m sebagai berikut :

Dimana perbandingan h_0/h_m dapat dilihat pada tabel(3.1):

Tabel 3.1 Perbandingan nilai h_0/h_m

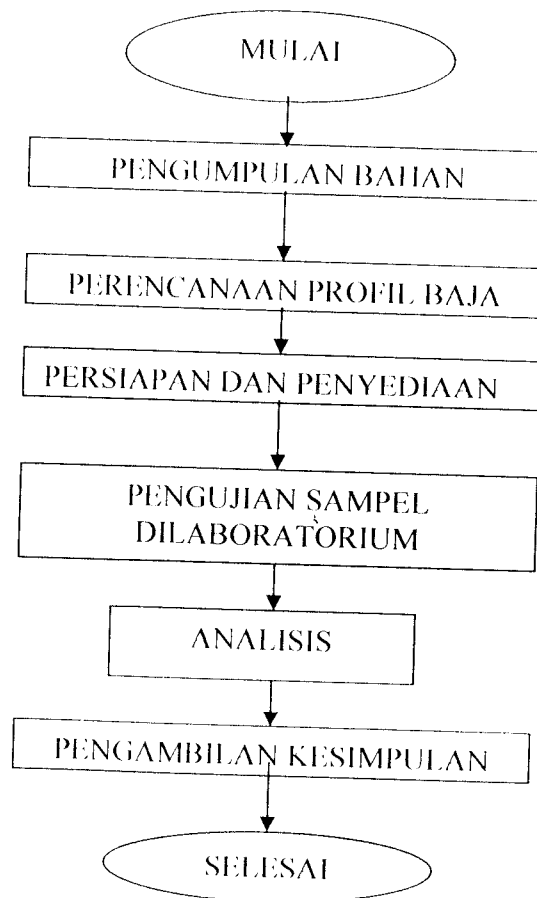
h_0/h_m	0	0.2	0.4	0.6
μ	0.025	0.263	0.438	0.618

BAB IV

METODE PENELITIAN

4.1. Tahap-tahap Penelitian

Metode penelitian ini adalah suatu cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari jawaban atas permasalahan penelitian yang diajukan dalam penulisan tugas akhir. Jalannya penelitian dapat dilihat dari bagan alir pada gambar 4.1.



Gambar 4.1. Bagan Alir metode penelitian

4.2. Persiapan Bahan dan Alat

Sebelum pelaksanaan penelitian perlu diadakan persiapan bahan dan alat yang akan digunakan sebagai sarana mencapai maksud dan tujuan penelitian.

4.2.1. Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah:

a. Batang perangkai

Batang perangkai melintang dan diagonal menggunakan pelat baja

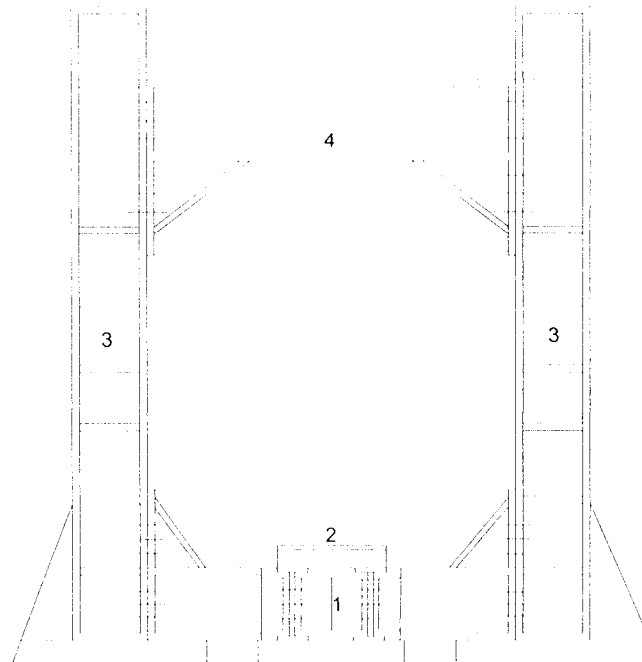
b. Alat sambung yang digunakan adalah las listrik.

4.2.2. Peralatan penelitian

Penelitian ini menggunakan beberapa peralatan sebagai sarana mencapai maksud dan tujuan. Adapun peralatan tersebut terdiri dari:

a. *Loading Frame*

Adalah alat yang terbuat dari baja profil WF 450 x 200 x 9 x 14 mm, dengan bentuk dasar berupa portal segi empat yang berdiri diatas lantai beton (rigid floor) dengan perantara dari besi setebal 14 mm. Agar alat tersebut stabil, pelat dasar dibaut kelantai beton dan kedua kolomnya dihubungkan oleh balok WF 450 x 200 x 9 x 14 mm. Posisi balok portal dapat diatur untuk menyesuaikan dengan bentuk dan ukuran model yang akan di uji dengan cara melepas sambungan baut. Sketsa fisik *Loading Frame* dapat dilihat pada Gambar 4.2.



Keterangan:

1. Balok lintang
2. Dukungan
3. Kolom
4. Balok portal (bisa digeser)

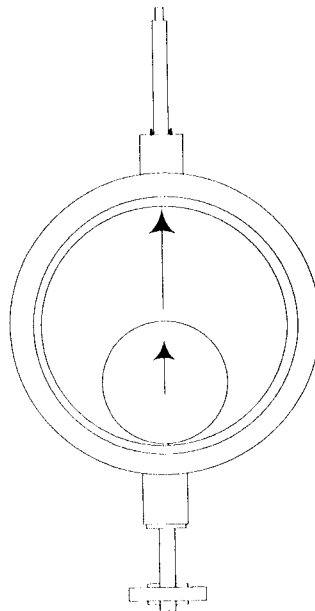
Gambar 4.2. *Loading Frame*

b. Dial Gauge

Alat dial gauge merk Mitutoyo yang digunakan untuk mengukur besar lendutan yang terjadi pada benda uji. Untuk penelitian skala penuh digunakan *Dial Gauge* dengan kapasitas lendutan maksimal 50 mm dan ketelitian 0,01 mm. Pada pengujian

balok kecil dipakai *Dial Gauge* dengan kapasitas lendutan maksimum 20 mm dan ketelitian 0,01 mm.

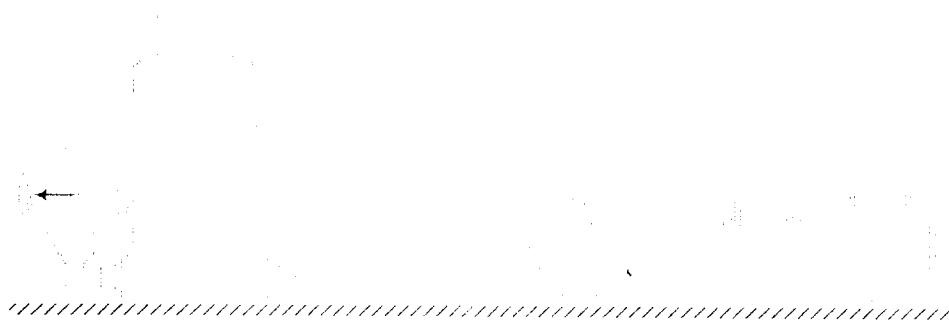
Dalam penelitian ini digunakan *Dial Gauge* sebanyak tiga buah (Gambar 4.3)



Gambar 4.3. *Dial Gauge*

c. *hydraulic Jack*

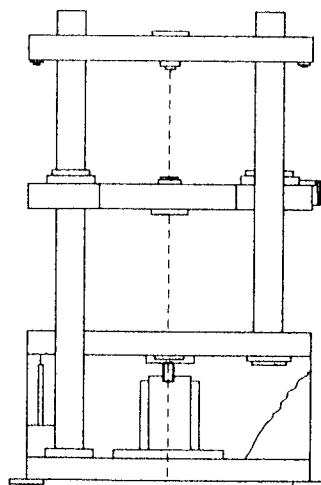
Alat ini digunakan untuk memberikan pembebanan pada pengujian lentur kolom tersusun skala penuh. Dengan kapasitas maksimum 30 ton dan ketelitian pembacaan 0,5 ton. (lihat Gambar 4.4.)



Gambar 4.4. *Hydraulic Jack*

d. *Mesin Uji Kuat Tarik*

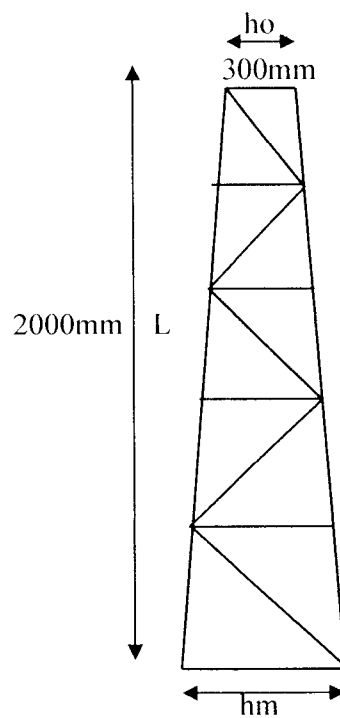
Digunakan untuk mengetahui kuat tarik baja. Alat yang digunakan yaitu universal Testing Machine (UTM) merk Shimadzu type UMH-330 dengan kapasitas 30 ton, seperti pada Gambar 4.5.



Gambar 4.5. *Universal Testing Machine Shimadzu UMH30*

4.3. Model Benda Uji

Model benda uji berupa kolom tersusun non prismatis yang dirangkai secara kombinasi melintang dan diagonal dengan plat dengan variasi h_o/h_m . Adapun model benda uji tersebut seperti gambar (4.6) :



Gambar 4.6. Model benda uji.

4.4. Pembuatan Benda Uji

Sebelum membuat benda uji, terlebih dahulu melakukan perhitungan dimensi kolom dan mempersiapkan bahan. Selanjutnya pembuatan benda uji sesuai dengan tahapan-tahapan sebagai berikut :

1. Bahan pelat baja yang akan dibuat benda uji di ukur dahulu sesuai dimensi rencana.
2. Potongan pelat baja yang telah jadi kemudian di las listrik

4.5. Langkah-Langkah Pengujian

Untuk mempermudah langkah pengujian, disusun rancangan langkah-langkah pengujian. Adapun langkah-langkah pengujian yang dimaksud tersebut di bawah ini :

4.5.1 Pengujian Tekan Baja

Pengujian kuat tekan kolom tersusun dilakukan di Laboratorium Mekanika Rekayasa, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia.

Tahapan-tahapan yang dilakukan adalah:

1. Peralatan dan sample uji yang akan digunakan di *setting* terlebih dahulu untuk memperoleh posisi sample dan peralatan pengujian yang sesuai.
2. Pemasangan sampel pada alat uji *Loading Frame* dimana pada tumpuan ujung-ujung kolom pelat di kunci pada dukungan di *Loading Frame*.
3. Benda uji kolom di kerjakan beban aksial secara bertahap mulai dari nol hingga kolom rusak dengan interval pembebanan 300 kN.

Pengujian tarik baja di lakukan di Laboratorium Mekanika Rekayasa Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Benda uji tarik di buat dari baja siku yang di gunakan untuk benda uji kolom. Benda uji tarik yang lain di ambil dari baja pelat yang akan di gunakan untuk batang perangkai. Benda uji tarik di pasang pada Universal Testing Machine (UTM). Mesin UTM di hidupkan dan pembebanan di berikan secara bertahap. Dari pengujian ini di dapat beban leleh, beban maksimum dan beban putus.

BAB V

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

5.1 Hasil Pengujian

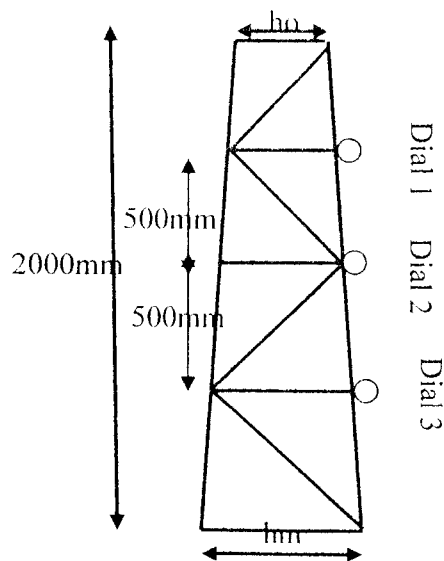
Pengujian yang dilakukan meliputi pengujian pendahuluan dan uji kuat tekan kolom tersusun. Adapun uji pendahuluan berupa uji kuat tarik baja, uji kuat geser sambungan las, dan uji tekan profil siku yang sesuai dengan elemen yang digunakan dalam menyusun kolom tersusun non prismatis. Pengujian ini berguna untuk menentukan kekuatan bahan yang dipakai, dan hasil pengujian akan digunakan untuk mengetahui perilaku kolom non prismatis untuk menerima beban aksial tekan sentris.

5.1.1 Hasil Uji Pendahuluan

Hasil uji pendahuluan meliputi dimensi benda uji, beban leleh (P_y), beban maksimum atau beban ultimit (P_u), dan beban pada saat putus. Hasil uji pendahuluan digunakan untuk menentukan tegangan leleh (F_y) dan tegangan ultimit (F_u) yang berguna untuk mengetahui perilaku kolom. Uji pendahuluan juga meliputi pengujian kekuatan sambungan las dan kuat tekan profil siku.

5.1.1.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom Tersusun

Pengujian kuat tekan kolom tersusun dilakukan dengan alat dukungan Loading Frame dan alat pembangkit beban berupa Hydraulic Jack di Laboratorium Mekanika Rekayasa Fakultas Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Struktur dibebani tekan aksial sentris secara bertahap dengan kenaikan sebesar 3 kN. Pada setiap tahap pembebanan lendutan yang terjadi pada tempat-tempat yang telah ditentukan diukur dengan cara melalui pembacaan skala pada dial gauge, dial gauge dipasang pada tengah panjang bentang benda uji dan kanan kiri dari tengah bentang panjang benda uji sejarak 500mm. pemasangan Dial dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan tabel hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.3

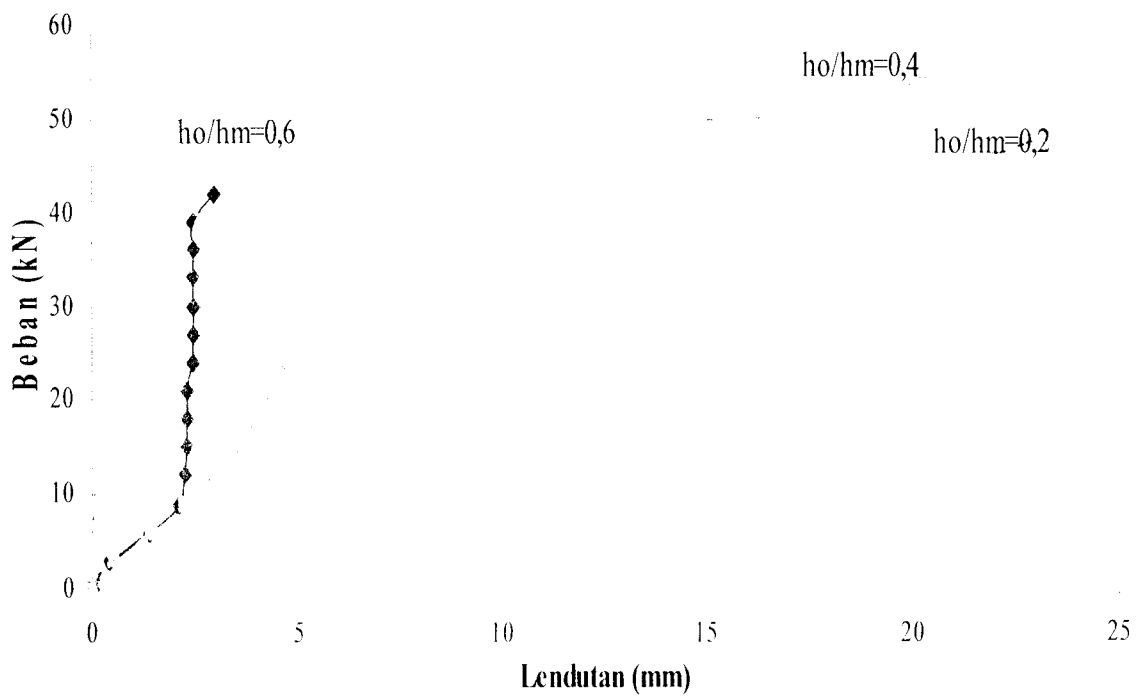


Gambar 5.1 Penempatan Dial Pada Benda uji

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Tekan Kolom Tersusun Dengan Lendutan Arah Lateral

Beban P (kN)	LENDUTAN ARAH LATERAL								
	Sampel 1 ho/hm=0,6			Sampel 2 ho/hm=0,4			Sampel 3 ho/hm=0.2		
	Dial 1(mm)	Dial 2(mm)	Dial 3(mm)	Dial 1(mm)	Dial 2(mm)	Dial 3(mm)	Dial 1(mm)	Dial 2(mm)	Dial 3(mm)
0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
3	0,38	0,55	0,32	0,99	0,54	0,50	0,30	0,27	0,17
6	1,38	1,17	0,60	1,93	1,54	1,42	0,30	0,05	0,10
9	2,09	1,45	0,78	3,97	2,30	2,22	0,23	0,19	0,03
12	2,21	1,65	0,93	5,64	2,98	2,85	0,08	0,41	0,08
15	2,28	1,75	1,03	6,78	3,64	3,49	0,04	0,60	0,13
18	2,28	1,81	1,04	7,75	4,23	3,94	0,02	0,76	0,21
21	2,28	1,82	1,04	8,83	4,69	4,32	0,07	0,92	0,28
24	2,42	1,82	1,04	9,59	5,06	4,67	0,16	1,14	0,40
27	2,42	1,87	1,04	9,77	5,42	4,98	0,24	1,33	0,51
30	2,42	1,91	1,04	9,94	5,66	5,21	0,28	1,54	0,61
33	2,42	1,91	1,06	10,81	6,05	5,52	0,35	1,98	0,96
36	2,42	1,92	1,06	11,56	6,66	6,04	0,20	1,23	1,51
39	2,42	1,92	1,99	11,90	7,74	6,74	0,91	0,95	2,58
42	2,92	3,04	3,68	13,57	9,35	7,74	4,96	7,19	12,50
45				14,02	11,29	8,98	10,00	11,68	20,74
48				15,71	13,50	11,09	12,05	14,50	23,25
51				15,70	13,65	18,21			
54				18,90	17,55	20,21			

Data dari Tabel 5.3 dapat ditampilkan dalam bentuk grafik beban dan lendutan maksimum, seperti pada Gambar 5.2



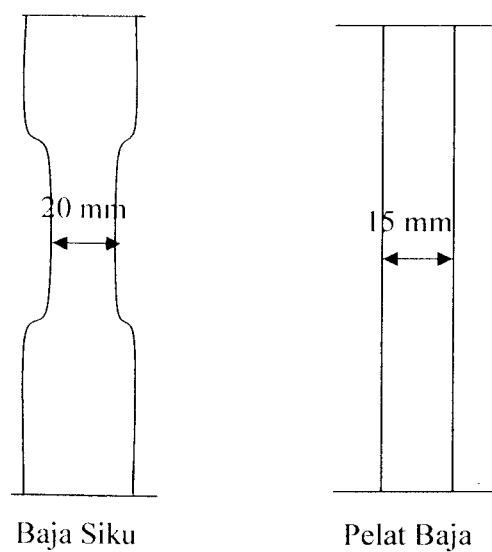
Gambar 5.2 Grafik Hubungan Beban Dengan Lendutan Maksimum Ketiga Benda Uji Dengan Batang Penghubung Melintang dan Diagonal

Pada sampel 1,2 dan 3 semua lendutan maksimum berada di dial 3, karena dalam pengujiannya lendutan terbesar berada didial 3 maka dial 3 dapat disebut sebagai lendutan maksimum.

5.2 Pembahasan

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di laboratorium pada uji tarik digunakan untuk mendapatkan beban leleh (P_y), dan beban maksimum atau beban ultimit (P_u). Tegangan leleh (F_y) didapatkan dengan membagi beban leleh dengan luas penampang ($F_y = P_y/A$). Tegangan ultimit (F_u) didapatkan dengan membagi beban maksimum dengan luas penampang ($F_u = P_u/A$). Kekuatan las didapatkan dengan membagi beban maksimum dengan panjang las, sehingga kekuatan las persatuan panjang (per millimeter) diketahui dengan cara tersebut, sedangkan pada uji tekan digunakan untuk mencari beban kritis (P_{cr}) maksimum yang terjadi akibat dari gaya tekan aksial.

5.2.1 Uji Kuat Tarik Baja



Gambar 5.3 Benda Uji Kuat Tarik Bahan

Uji tarik yang dilakukan dengan menggunakan UMH digunakan untuk mengetahui kuat maksimum dari beban yang diberikan pada benda uji dan pengujian kuat tarik dan tegangan maksimum baja pada benda uji gambar (5.3) menunjukkan mutu baja yang digunakan untuk struktur.

Dari hasil pengujian kuat tarik Tabel (5.1) didapat analisis untuk mencari tegangan leleh (F_y) dan tegangan ultimit (F_u) yang ditunjukkan pada Tabel 5.4 sebagai berikut

Tabel 5.4 Analisis Hasil Uji Kuat Tarik Baja

Benda uji	Beban Leleh (P_y) (kN)	Beban ultimit (P_u) (kN)	Luas Benda Uji (A) (mm)	Tegangan Leleh (F_y) (Mpa)	Tegangan ultimit (F_u) (Mpa)
Sampel 1 Siku	18,54	23,79	0,20	463,50	594,75
Sampel 2 Siku	19,91	26,46	0,20	497,75	661,50
Sampel 3 Pelat	12,46	16,53	0,15	415,33	551,00
Sampel 4 Pelat	12,51	16,58	0,15	417,00	552,67

Hasil yang dicapai pada pengujian tarik dari bahan baja siku dan pelat sebagai perangkat didapat bahwa kekuatan yang didapat memenuhi syarat mutu baja yang digunakan untuk masuk sebagai baja struktur spesifikasi ASTM (American Society Testing and Materials) dengan mutu A500. Pada bahan profil siku tegangan yang terjadi lebih besar bila dibandingkan dengan pelat karena semakin besar ukuran pelat yang digunakan maka tegangan yang dapat ditahan juga semakin besar dan dapat dilihat pada grafik milimeter (terlampir).

karena pada profil siku bahan yang digunakan mempunyai penampang lebih besar sehingga beban yang dapat ditahan oleh profil siku juga besar.

5.2.3 Uji Kuat Tekan Pada Kolom Tersusun

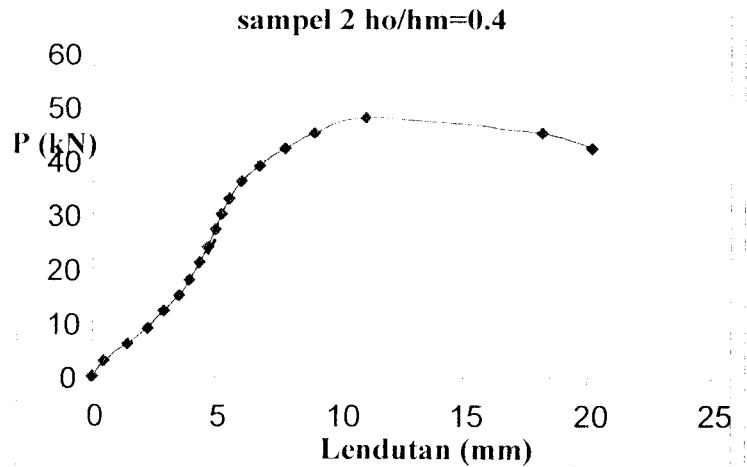
Uji kuat tekan dilakukan menggunakan Loading frame yang digunakan untuk mengetahui beban kritis maksimum yang dapat ditahan/dipikul oleh benda uji dan data yang diperoleh dari pengujian ini berguna untuk mengetahui perilaku profil gabungan dua profil siku dengan jarak h_o/h_m bervariasi. Dari hasil pengujian ini bisa didapatkan nilai beban kritis maksimum. Dan dari pengujian ini juga diharapkan mampu memberikan penjelasan mengenai pengaruh pengelasan pada proses penyambungan perangkai pada kolom tersusun non prismatis profil siku.

Dari data hasil pengujian Tabel 5.3 dapat dianalisis dengan menggunakan hasil regresi kekuatan kolom tersusun dengan batang melintang dan diagonal dengan jarak h_o/h_m bervariasi dapat dilihat pada(Tabel 5.6a; 5.6b; 5.6c)



Tabel 5.6b Hasil Regresi Kekuatan Kolom Tersusun pada variasi ho/hm = 0.4

Variasi ho/hm=0,4		
Lendutan (mm)	Pcr (kN)	Pcr Reg (kN)
0	0	0,0000
0,5	3	0,6728
1,42	6	1,9203
2,22	9	3,0153
2,85	12	3,8842
3,49	15	4,7730
3,94	18	5,4016
4,32	21	5,9347
4,67	24	6,4276
4,98	27	6,8657
5,21	30	7,1916
5,52	33	7,6322
6,04	36	8,3744
6,74	39	9,3799
7,74	42	10,8288
8,98	45	12,6461
11,09	48	15,7907
18,21	45	26,8880
20,21	42	30,1403

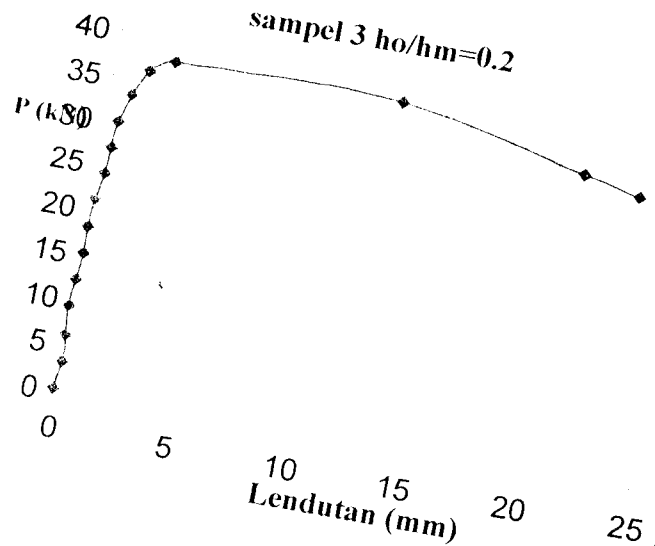


Gambar 5.5 Grafik Perbandingan Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Pengujian pada variasi ho/hm=0.4

Berdasarkan data Tabel 5.6b dan Gambar 5.5 diatas pada variasi ho/hm=0.4 tampak bahwa nilai lendutan berubah tidak sebanding dengan bertambahnya beban kritis (P_{cr}) hasil regresi, perubahan yang terjadi semakin besar lendutan maka nilai beban kritis (P_{cr}) regresi juga semakin besar. Dan pada pengujian terjadi penurunan nilai beban kritis (P_{cr}) karena pada waktu pemberian beban sudah maksimum sehingga tidak dapat ditahan oleh denda uji karena sudah terjadi tekuk (buckling).

Tabel 5.6c Hasil Regresi Kekuatan Kolom Tersusun pada variasi $h_o/h_m = 0.2$

Variasi $h_o/h_m = 0.2$		
Lendutan (mm)	P_{cr} (kN)	P_{cr} Reg (kN)
0	0	0,0000
0,17	3	0,2283
0,1	6	0,1343
0,03	9	0,0403
0,08	12	0,1074
0,13	15	0,1746
0,21	18	0,2821
0,28	21	0,3763
0,4	24	0,5379
0,51	27	0,6862
0,61	30	0,8213
0,96	33	1,2949
1,51	36	2,0430
2,58	37,5	3,5111
12,5	37,5	17,9288
20,74	33	31,0120
23,25	31,5	35,1970



Gambar 5.6 Grafik Perbandingan Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Pengujian pada variasi $h_o/h_m = 0.2$

Berdasarkan data Tabel 5.6c dan Gambar 5.6 diatas pada variasi $h_o/h_m = 0.2$ tampak bahwa nilai lendutan berubah tidak sebanding dengan bertambahnya beban kritis (P_{cr}) hasil regresi, perubahan yang terjadi semakin besar lendutan maka nilai beban kritis (P_{cr}) regresi juga semakin besar. Dan pada pengujian terjadi penurunan nilai beban kritis (P_{cr}) karena pada waktu pemberian beban sudah maksimum sehingga tidak dapat ditahan oleh benda uji karena sudah terjadi tekuk (buckling) dan pada $h_o/h_m = 0.2$ beban yang dapat ditahan lebih kecil bila dibandingkan dengan variasi h_o/h_m yang lain karena pada benda uji $h_o/h_m = 0.2$ pembuatan benda uji sudah tidak stabil

$$P_{cr} = 0,618 \frac{\pi^2 * 200000 * 99,1}{2000^2} = 30,19N$$

Tabel 5.7 Hasil Perhitungan Persamaan (3.50) yang digunakan untuk mengetahui beban kritis (P_{cr}) pada Friedich Bleich, 1952.

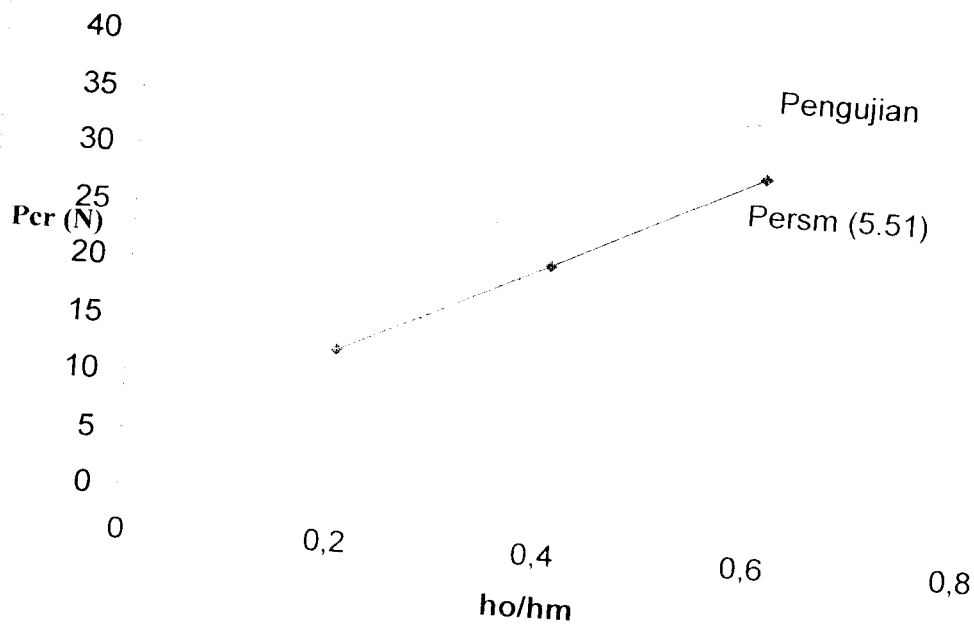
Sampel	ho/hm	μ	E	I	L	Pcr
1	0,2	0,263	200000	99,1	2000	12,85
2	0,4	0,438	200000	99,1	2000	21,39
3	0,6	0,618	200000	99,1	2000	30,19

Tabel 5.8 Hasil Perbandingan Beban Kritis (P_{cr}) Persamaan (3.50) Teoritis dan

Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Pengujian

Benda uji ho/hm	Pcr (N)	
	Teoritis persm (3.50)	Pengujian
0,2	12,85	5,04
0,4	21,39	30,14
0,6	30,19	35,19

Data dari Tabel 5.8 dapat ditampilkan dalam bentuk grafik perbandingan beban kritis (P_{cr}) teoritis dengan beban kritis (P_{cr}) hasil pengujian , seperti pada Gambar 5.6



Gambar 5.6 Grafik Perbandingan Beban Kritis (P_{cr}) teori Dan Beban Kritis (P_{cr}) Hasil pengujian.

Dari data yang diperoleh pada Tabel 5.8 hasil pada pengujian yang dilakukan dilaboratorium benda uji mengalami banyak pengaruh diantaranya proses pembuatan benda uji dan proses pengujian yang dilakukan, sehingga hasil yang didapat pada proses pengujian tidak dapat diambil secara maksimum, pelat yang digunakan untuk perangkat nilainya tidak memenuhi syarat untuk mendukung struktur utama, sehingga pelat yang dipakai terjadi tekuk dan hal ini menyebabkan baja siku yang digunakan untuk menyusun struktur utama juga mengalami tekuk. Tekuk yang terjadi pada baja siku adalah tekuk keseluruhan (all buckling) dan hampir pada ketiga benda uji terjadinya tekuk berada di bagian bawah karena pada struktur bagian bawah sudah tidak dapat menahan beban yang diberikan.

Dari Gambar 5.7 tampak bahwa beban kritis pengujian pada sampel 2 dan 3 (variasi $h_0/h_m=0,4$ dan $0,6$) yang terjadi berada diatas beban kritis pada teori Friedich Bleich (1952). Dikarenakan momen inersia yang terjadi juga besar. Pengujian ini dapat di pergunakan untuk variasi bentuk kolom karena dapat mencapai kekuatan yang besar sehingga pengujian ini dapat dilanjutkan. Pengujian ini dapat di lanjutkan menggunakan batang-batang perangkai yang lebih besar sehingga dapat mencapai hasil yang maksimum. Sedangkan pada nilai (P_{cr}) pada pengujian tidak dapat berupa garis lurus hal ini disebabkan karena pengaruh variasi h_0/h_m dan pada proses pembuatannya juga akan mempegaruhi nilai (P_{cr}) pada waktu pengujian karena jarak batang perangkainya terlalu lebar sehingga menyebabkan beban kritis yang diterima benda uji semakin kecil. Sedangkan pada pengujian sampel 1 variasi ($h_0/h_m= 0,2$) beban kritis hasil pengujian berada dibawah beban kritis pada teori Friedich Bleich, hasil pengujian ini disebabkan karena batang perangkai yang terlalu tipis sehingga tidak dapat menerima beban secara maksimal. Hasil uji dilaboratorium dari sampel 1, kerusakan berada pada perangkai bagian atas sampel, ini di akibatkan karena perangkai yang digunakan tidak di perhitungkan sehingga beban yang diterima oleh benda uji pada bagian atas lebih cepat buckling karena tidak kuat menerima beban yang ada.

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa hasil pengujian dan teori beda kekuatannya, hal ini disebabkan karena sebelum dilakukan pengujian pada proses pembuatan benda uji jarak batang perangkainya terlalu lebar sehingga menyebabkan beban kritis yang diterima benda uji semakin kecil.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Dari penjelasan serta uraian dalam pembahasan Tugas Akhir ini, kesimpulan dan saran yang dapat diajukan adalah sebagai berikut:

6.1 Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan kesimpulan berdasarkan hasil pengujian laboratorium dan pengolahan data hasil pengujian. Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Kuat tekan kolom tersusun non prismatis dari profil siku dengan perangkai diagonal dan horizontal dipengaruhi oleh nilai h_o/h_m , semakin besar nilai h_o/h_m maka nilai P_{cr} (beban kritis) akan semakin kecil.
2. Kegagalan yang terjadi pada kolom tersusun non prismatis setelah dilakukan pengujian adalah tekuk keseluruhan (all buckling).
3. beban kritis pengujian pada sampel 2 dan 3 variasi ($h_o/h_m=0,4$ dan $0,6$) yang terjadi berada diatas beban kritis pada teori Friedich Bleich (1952). Dikarenakan momen inersia yang terjadi juga besar. Pengujian ini dapat di pergunakan untuk variasi bentuk kolom karena dapat mencapai kekuatan yang besar. Sedangkan pada pengujian sampel 1 variasi ($h_o/h_m= 0,2$) beban kritis hasil pengujian berada dibawah beban kritis pada teori Friedich Bleich, hasil

pengujian ini disebabkan karena batang perangkai yang terlalu tipis sehingga tidak dapat menerima beban secara maksimal.

6.2 Saran

Penelitian ini masih banyak kekurangannya, banyak hal yang masih bisa diteliti lebih lanjut, kekurangan yang perlu diperhatikan pada penelitian selanjutnya adalah:

1. Benda uji yang digunakan masih kurang, sehingga data yang diperoleh dari hasil pengujian masih kurang.
2. Perlu diadakan penelitian untuk kolom tersusun non prismatis dari profil siku dengan menggunakan perangkai tulangan.
3. Perlu diadakan penelitian untuk kolom tersusun non prismatis dari profil siku dengan variasi jarak antar perangkai lebih diperkecil.
4. Perlu diadakan penelitian untuk bentuk penampang yang sama tetapi memiliki dimensi yang berbeda.
5. Perlunya penggunaan alat bantu pengujian yang lebih baik yang sesuai dengan asumsi kondisi tumpuan sendi-sendii.

DAFTAR PUSTAKA

- Charles G. Salmon dan John E. Johnson, Wira,1994, **STRUKTUR BAJA**, Erlangga, Jakarta.
- Lambert Tall, 1997, **STRUCTURAL IS STEEL DESIGN**, Second Edition, The Real Press Company, New York.
- Friedich Bleich, 1952, **BUCKLING STRENGTH OF METAL STRUCTURES**, Mc Graw Hill Book Company inc, NewYork.
- PADOSBAJAYO,1992, **PENGETAHUAN DASAR STRUKTUR BAJA**, edisi kedua ,Yogyakarta
- Edwin H. Gaylord dan Charles N. Gaylord,1972, **DESIGN OF STEEL STRUCTURES**, Mc Graw Hill Kogusuka,Ltd.
- James M. Gere dan Stephen P. Timoshenko, Haas J. Wospakrik,1987, **MEKANIKA BAHAN**, Edisi kedua, Erlangga, Jakarta.
- Johsep E. Bowles, 1985, **STRUCTURAL STEEL DESIGN**, Mc Graw Hill Book Company Inc. NewYork.
- V.N Vazirani dan M.M Ratwani,1997, **STEEL STRUCTURES**, Khanna Publisher, Delhi.

LAMPIRAN 1



UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Ike Merdekawati	01 511 048	Teknik Sipil

JUDUL TUGAS AKHIR

Kapasitas Kolom Tersusun Non Prismatis Dengan Variasi Batang Perangkai

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

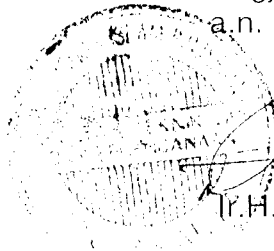
No.	Kegiatan	Bulan Ke :					
		MAR.	APR.	MEI.	JUN.	JUL.	AGT.
1	Pendaftaran						
2	Penentuan Dosen Pembimbing						
3	Pembuatan Proposal						
4	Seminar Proposal						
5	Konsultasi Penyusunan TA.						
6	Sidang - Sidang						
7	Pendadaran						

Dosen Pembimbing I : Fathkurrohman N,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Fathkurrohman N,Ir,MT



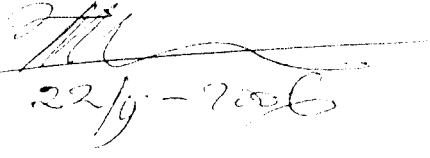
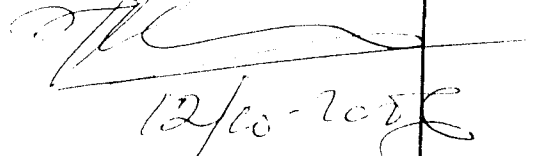
Jogjakarta , 20-Apr-06
a.n. Dekan



(Signature)
Ir.H.Munadhir, MS

Catatan	:
Seminar	:
Sidang	:
Pendadaran	:

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN
	<p>Sidang  22/9-2026</p> <p>Pendahuluan  12/10-2026</p>	



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.	Ike Merdekawati	01 511 048	Teknik Sipil
JUDUL TUGAS AKHIR			
Kapasitas Kolom Tersusun Non Prismatis Dengan Variasi Batang Perangkai			

Dosen Pembimbing I : Fathkurrohman N,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Fathkurrohman N,Ir,MT




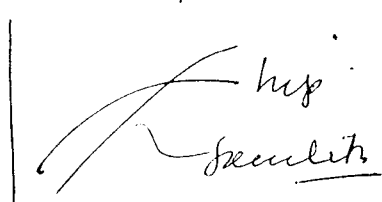
Jogjakarta , 20-Apr-06
a.n. Dekan



[Signature]
Ir.H.Munachir, MS

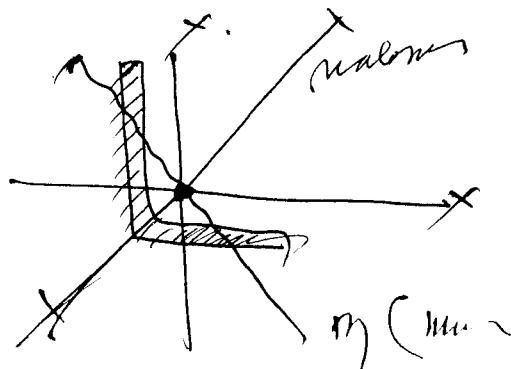
Catatan	:	
Seminar	:	
Sidang	:	
Pendadaran	:	

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

O	TANGGAL	KONSULTASI KE :	TANDA TANGAN
		<p>$P_{ov} = \frac{u^2 E I}{L^2} \rightarrow$ Euler <u>solusi</u></p> <p>1 foli gampi gas</p> <p>$P_{ov} = \frac{u^2 E I}{L^2}$  2 foli gampi gas</p> <p>para urbe korasa <u>Simulasi</u></p> <p>Florisian</p> <p>Non krasaris I vanote $T_{ur} I_o \rightarrow M$</p> <p><u>Simulasi</u> <u>propose</u></p> <p><u>Gant laporan</u> <u>Revisi</u></p> <p>Plot Curva hasil penelitian hasil</p> <p>Curva hipotesis <u>Bersama</u> <u>dan</u></p> <div style="display: flex; align-items: center;">  <div style="margin-left: 20px;"> <p><u>20/08/2006</u></p> </div> </div> <p><u>Anda ter lampir</u> <u>20/8-2006</u></p>	<p><u>Off</u></p> <p><u>Off</u></p>

Tugas \longleftrightarrow Kesmpuan Off

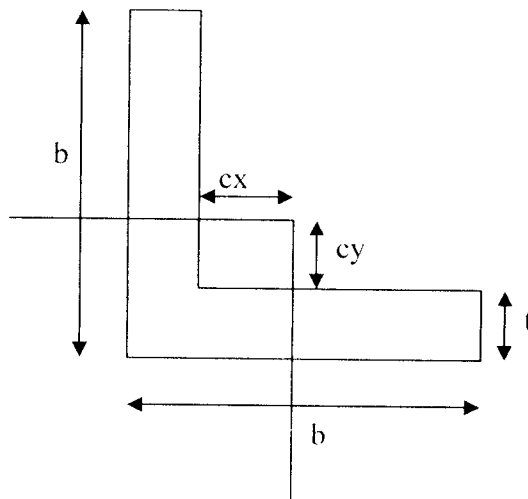
Momen Inersia profil Salu



LAMPIRAN 2

PERHITUNGAN SIFAT PENAMPANG

Perhitungan dimensi profil tunggal 25 x 25 x 2 mm



$$A = b \times t + (b-t) \times t$$

$$= 25 \times 2 + (25-2) \times 2 = 96 \text{ mm}^2$$

$$cx = cy$$

Statis momen terhadap sisi bawah

$$= \frac{b * t * 0,5 * b + (b * t) * t * 0,5 * t}{b * t + (b - t) * t}$$

$$= \frac{25 * 2 * 0,5 * 25 + (25 - 2) * 2 * 0,5 * 2}{25 * 2 + (25 - 2) * 2}$$

$$= 6,99 \text{ mm}$$

$$cx = cy = 6,99 - 2 = 4,99 \text{ mm}$$

$$I_x = I_y$$

$$= (1:12) \cdot b^3 \cdot t + b \cdot t \cdot (0,5t + (cx \text{ atau } cy))^2 + (1:12) \cdot b \cdot t^3 + (b-t) \cdot t \cdot (0,5t + (cx \text{ atau } cy))^2$$

$$= (1:12) \cdot 25^3 \cdot 2 + 25 \cdot 2 \cdot (0,5 \cdot 2 + 4,99)^2 + (1:12) \cdot 25 \cdot 2^3 + (25-2) \cdot 2 \cdot (0,5 \cdot 2 + 4,99)^2$$

$$= 6064,8629 \text{ mm}^4$$

$$r_x = r_y = \sqrt{\frac{(I_x \text{ atau } I_y)}{A}} = \sqrt{\frac{6064,8629}{96}}$$

$$= 7,95 \text{ mm}$$

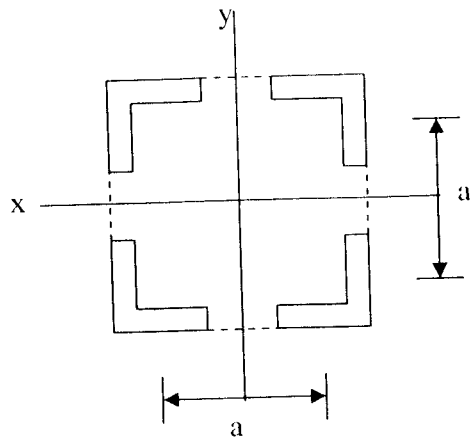
$$I_{\max} = \frac{I_x + I_y}{2} + \sqrt{\left(\frac{I_x - I_y}{2}\right)^2 + \left(\sum x \cdot y \cdot A\right)^2}$$

$$I_{\max} = \frac{6064,86 + 6064,86}{2} + \sqrt{\left(\frac{6064,86 - 6064,86}{2}\right)^2 + (-3448,79)^2}$$

$$= 9513,65 \text{ mm}^4$$

$$I_{\max} = \frac{I_{\max}}{A} = \frac{9513,65}{96} = 99,1 \text{ mm}^4$$

Perhitungan dimensi profil tunggal gabungan a = 480 mm



$$A = 4 \times A_{\text{tunggal}}$$

$$= 4 \times 96$$

$$= 384 \text{ mm}^2$$

$$I_{x_{\text{gab}}} = I_{y_{\text{gab}}}$$

$$= 4 (I_x = I_y) + 4 (A_{\text{tunggal}} * 0,5 a)^2$$

$$= 4 * 6064,8629 + 4 * (96 * (240 - 6.99)^2)$$

$$= 20873096,51 \text{ mm}^4$$

$$r_{x_{\text{gab}}} = r_{y_{\text{gab}}} = \sqrt{\frac{20873096,51}{384}} = \text{mm}$$

Perhitungan dimensi profil tunggal gabungan a = 380 mm

$$A = 4 \times A_{\text{tunggal}}$$

$$= 4 \times 96$$

$$= 384 \text{ mm}^2$$

$$I_{x_{\text{gab}}} = I_{y_{\text{gab}}}$$

$$= 4 (I_x = I_y) + 4 (A_{\text{tunggal}} * 0,5 a)^2$$

$$= 4 * 6064,8629 + 4 * (96 * (190 - 6.99)^2)$$

$$= 12885497,14 \text{ mm}^4$$

$$r_{x_{\text{gab}}} = r_{y_{\text{gab}}} = \sqrt{\frac{12885497,14}{384}} = 183,13 \text{ mm}$$

Perhitungan dimensi profil tunggal gabungan a = 280 mm

$$A = 4 \times A_{\text{tunggal}}$$

$$= 4 \times 96$$

$$= 384 \text{ mm}^2$$

$$I_{x_{\text{gab}}} = I_{y_{\text{gab}}}$$

$$= 4 (I_x = I_y) + 4 (A_{\text{tunggal}} * 0,5 a)^2$$

$$= 4 * 13971,27 + 4 * (141 * (140 - 7.35)^2)$$

$$= 6817897,78 \text{ mm}^4$$

$$r_{x_{\text{gab}}} = r_{y_{\text{gab}}} = \sqrt{\frac{6817897,78}{384}} = 133,25 \text{ mm}$$

Perhitungan dimensi profil tunggal gabungan a = 180 mm

$$A = 4 \times A_{\text{tunggal}}$$

$$= 4 \times 96$$

$$= 384 \text{ mm}^2$$

$$I_{x_{\text{gab}}} = I_{y_{\text{gab}}}$$

$$= 4 (I_x = I_y) + 4 (A_{\text{tunggal}} * 0,5 a)^2$$

$$= 4 * 6064,8629 + 4 * (96 * (90 - 6.99)^2)$$

$$= 2670298,42 \text{ mm}^4$$

$$r_{x_{\text{gab}}} = r_{y_{\text{gab}}} = \sqrt{\frac{2670298,42}{384}} = 83,39 \text{ mm}$$

Perhitungan dimensi profil tunggal gabungan a = 80 mm

$$A = 4 \times A_{\text{tunggal}}$$

$$= 4 \times 96$$

$$= 384 \text{ mm}^2$$

$$I_{x_{\text{gab}}} = I_{y_{\text{gab}}}$$

$$= 4 (I_x = I_y) + 4 (A_{\text{tunggal}} * 0,5 a)^2$$

$$= 4 * 6064,8629 + 4 * (96 * (40 - 6.99)^2)$$

$$= 442699,06 \text{ mm}^4$$

$$r_{x_{\text{gab}}} = r_{y_{\text{gab}}} = \sqrt{\frac{442699,06}{384}} = 33,95 \text{ mm}$$

LAMPIRAN 3

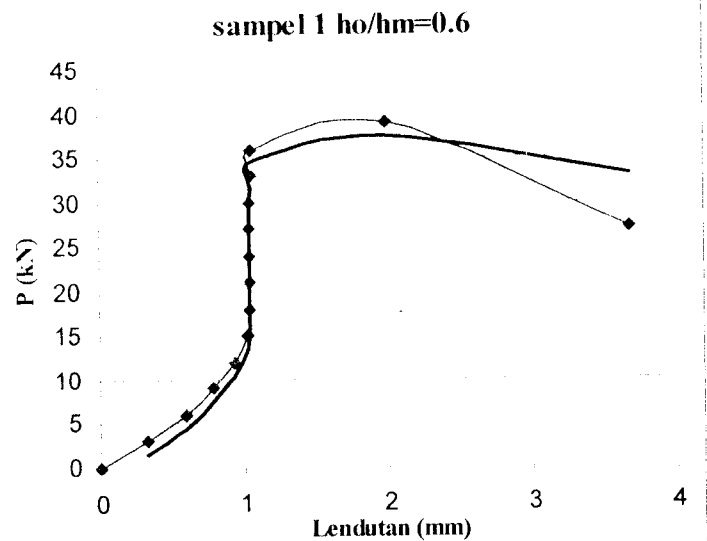
PERHITUNGAN REGRESI

Karena nilai beban kritis (Pcr) dan lendutan hasil pengujian masih sangat kasar maka nilai-nilai yang di dapatkan di regresi terlebih dahulu. Perhitungan regresi beban kritis dan lendutan menggunakan data dari hasil pengujian.

Perhitungan sampel kolom I

$$\begin{aligned}y &= -5,4931 * x^2 + 28,01 * x \\ &= -5,4931 * 0,32^2 + 28,01 * 0,32 \\ &= 0,4301 \text{ kN}\end{aligned}$$

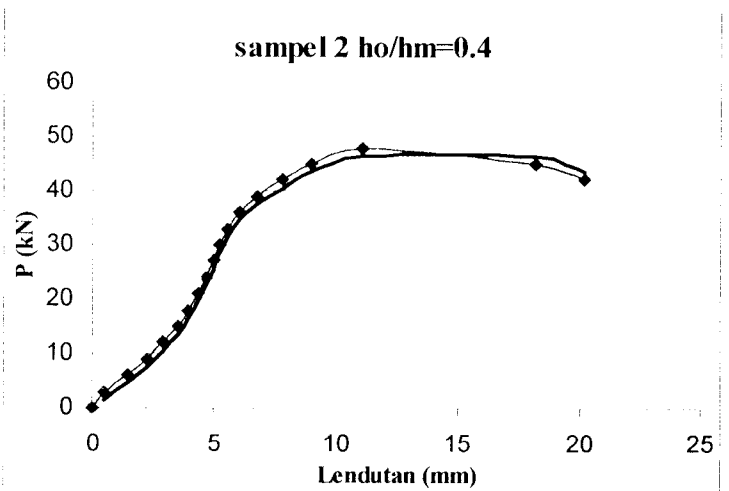
Variasi ho/hm=0,6		
Lendutan (mm)	Pcr (kN)	Pcr Reg (kN)
0	0	0,0000
0,32	3	0,4301
0,6	6	0,8077
0,78	9	1,0511
0,93	12	1,2543
1,03	15	1,3899
1,04	18	1,4035
1,04	21	1,4035
1,04	24	1,4035
1,04	27	1,4035
1,04	30	1,4035
1,05	33	1,4170
1,06	36	1,4306
1,99	39	2,6995
3,68	27	5,0380



Perhitungan sampel kolom II

$$\begin{aligned}
 y &= -0,23 * x^2 + 6,747 * x \\
 &= -0,23 * 0,5^2 + 6,747 * 0,5 \\
 &= 0,6728 \text{ kN}
 \end{aligned}$$

Variasi ho/hm=0,4		
Lendutan (mm)	Pcr (kN)	Pcr Reg (kN)
0	0	0,0000
0,5	3	0,6728
1,42	6	1,9203
2,22	9	3,0153
2,85	12	3,8842
3,49	15	4,7730
3,94	18	5,4016
4,32	21	5,9347
4,67	24	6,4276
4,98	27	6,8657
5,21	30	7,1916
5,52	33	7,6322
6,04	36	8,3744
6,74	39	9,3799
7,74	42	10,8288
8,98	45	12,6461
11,09	48	15,7907
18,21	45	26,8880
20,21	42	30,1403



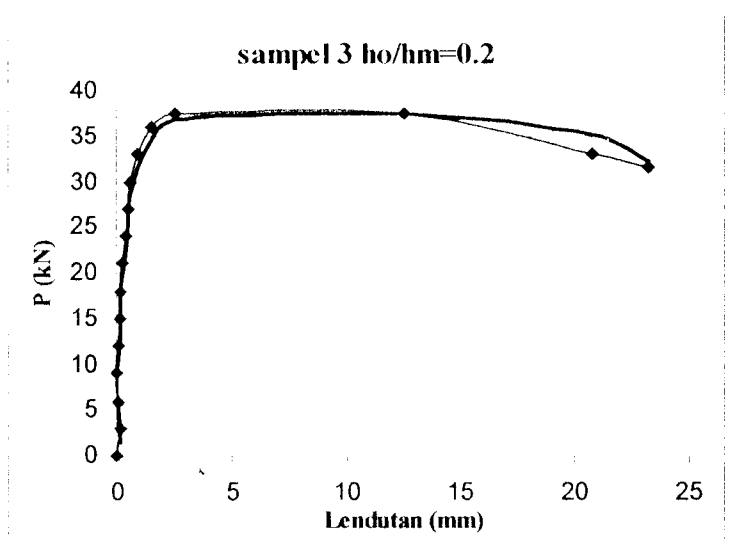
Perhitungan sampel kolom III

$$y = -0,3558 * x^2 + 9,2038 * x$$

$$= -0,3558 * 0,17 + 9,2038 * 0,17$$

$$= 0,2283 \text{ kN}$$

Variasi ho/hm=0,2		
Lendutan (mm)	Pcr (kN)	Pcr Reg (kN)
0	0	0,0000
0,17	3	0,2283
0,1	6	0,1343
0,03	9	0,0403
0,08	12	0,1074
0,13	15	0,1746
0,21	18	0,2821
0,28	21	0,3763
0,4	24	0,5379
0,51	27	0,6862
0,61	30	0,8213
0,96	33	1,2949
1,51	36	2,0430
2,58	37,5	3,5111
12,5	37,5	17,9288
20,74	33	31,0120
23,25	31,5	35,1970

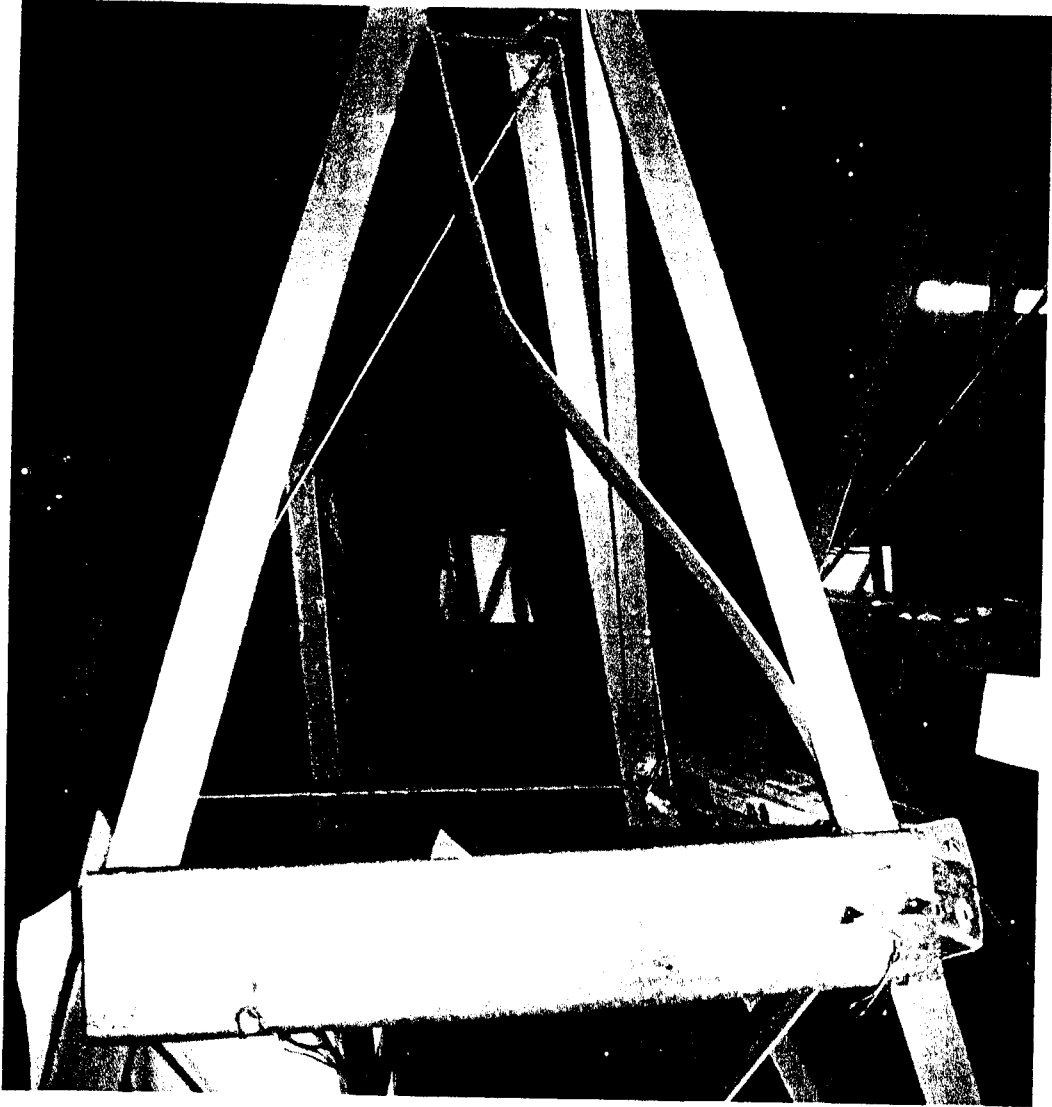


LAMPIRAN 4

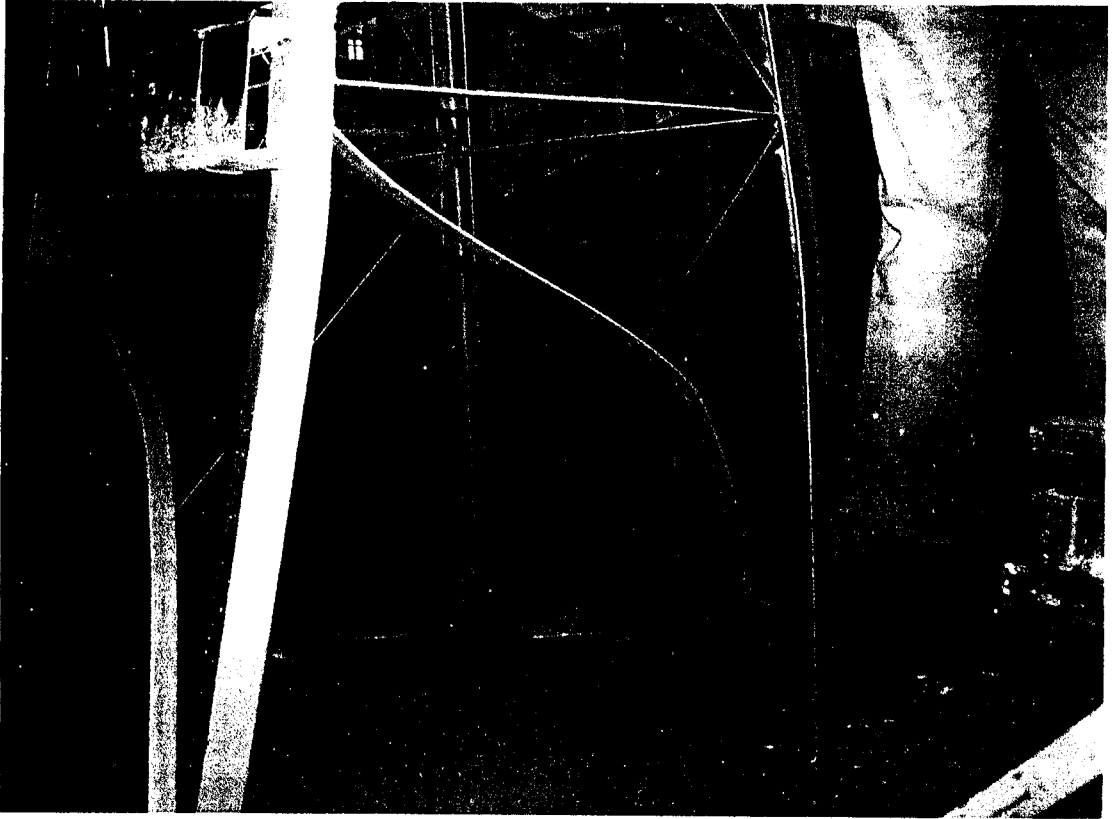
GAMBAR BENDA UJI



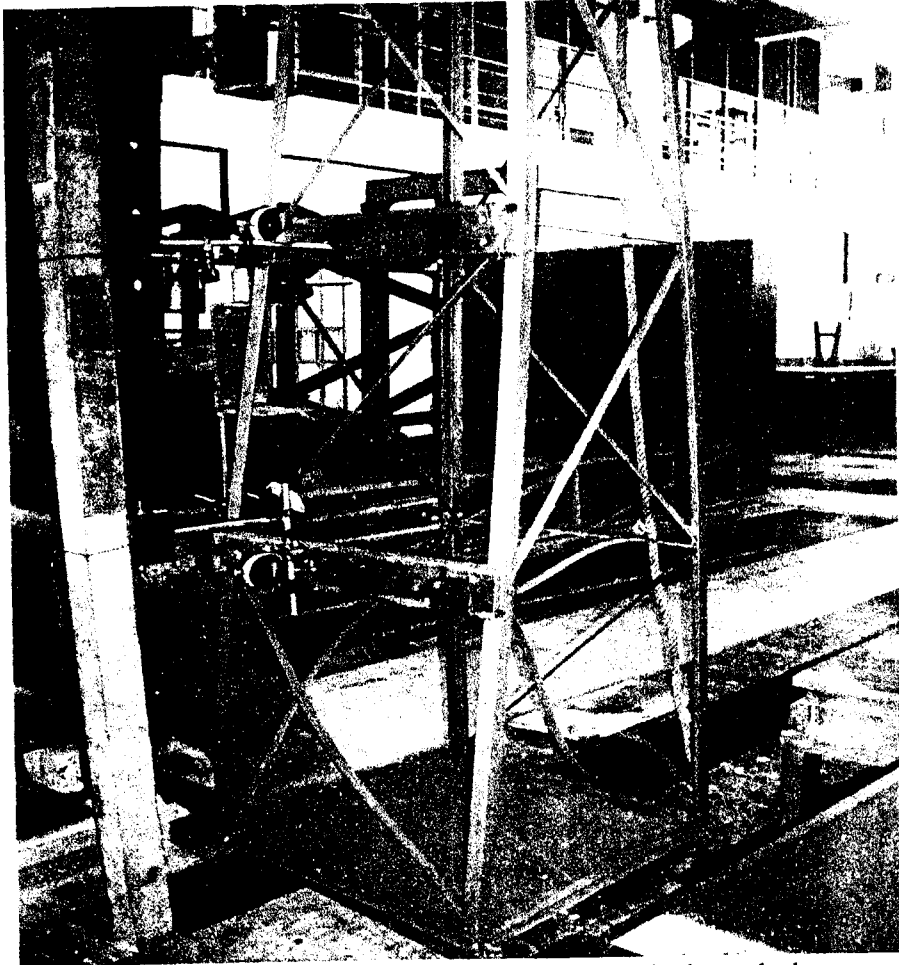
Contoh benda uji



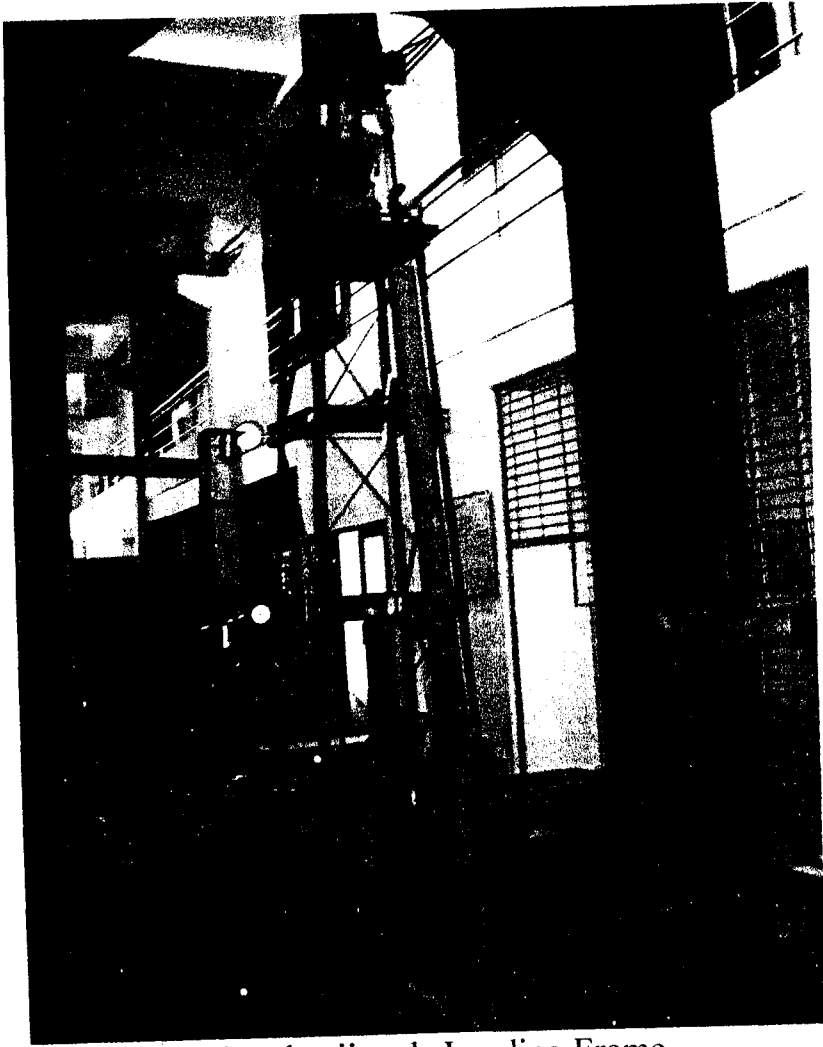
Terjadi tekuk pada perangkat diagonal akibat beban



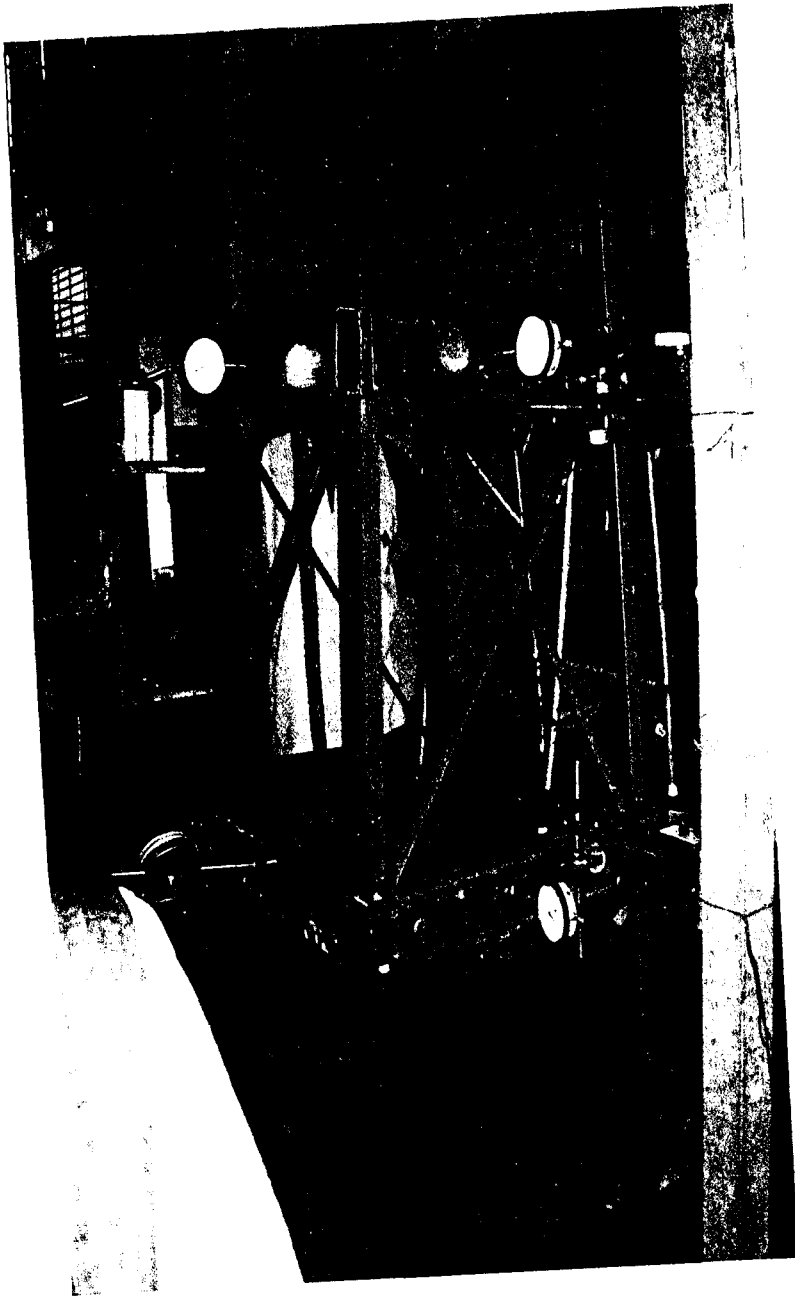
Sampel setelah di uji



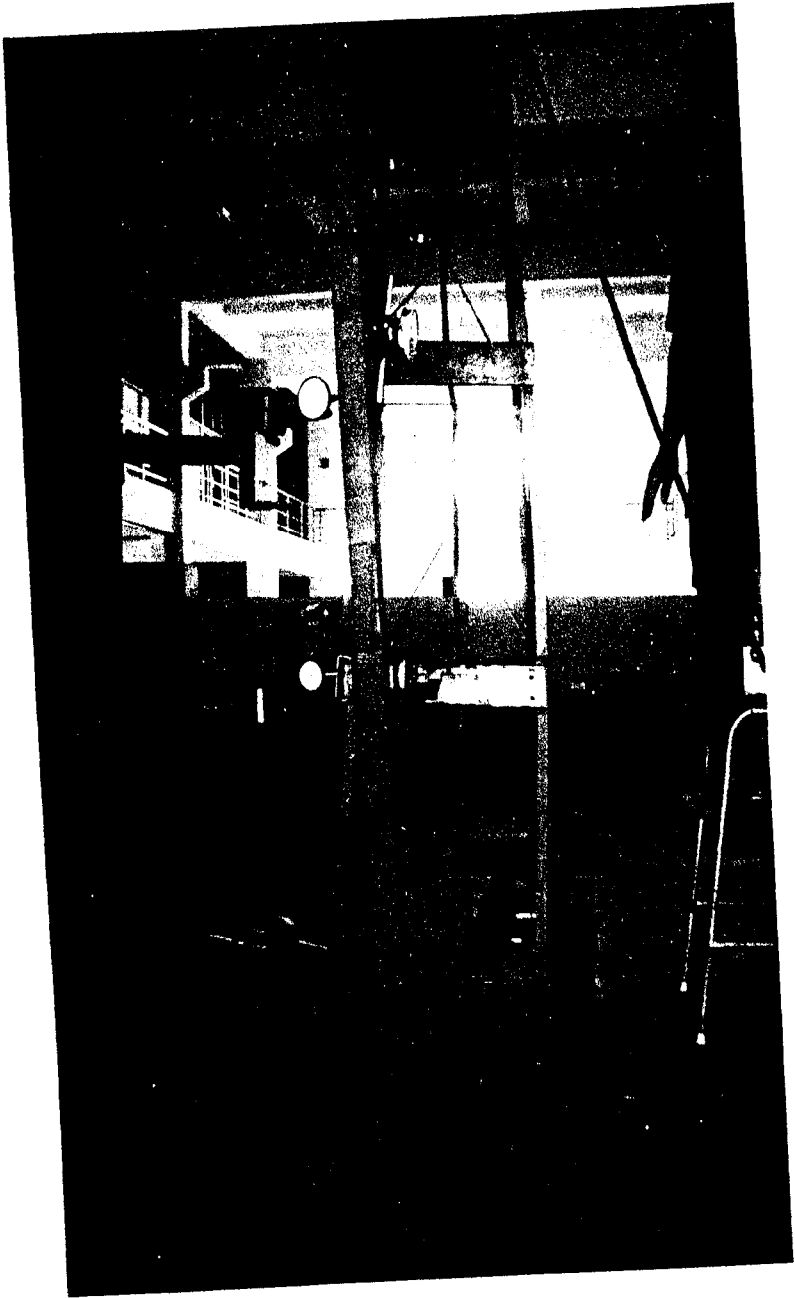
Sampel setelah di beri beban mengalami tekuk pada batang perangkainya



pemasangan benda uji pada Loading Frame



Pemasangan dial pada benda uji



Terjadi tekuk keseluruhan (all buckling)