PERPUSTAKAAN FTSP UII
HADIAH/BELI
TGL. TERIMA : 21 Februari 2007
NO. JUDUL : 002234
NO. INV. : 12000 2234 001
NO. INDUK. :

TUGAS AKHIR

PERILAKU TEKAN KOLOM SIMETRIS TERSUSUN NON PRISMATIS

693.7
Har
P
1



xiv, 50 : ill ; cm. + 2 CD

Disusun Oleh :

Nama : RINI HARJANI

No. Mhs : 01 511 068

JURUSAN TEKNIK SIPIL

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN

UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA

JOGJAKARTA

2006

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

3. Bapak Ir. Fatkhurrohman N., MT., selaku Dosen Pembimbing,
4. Ayah dan Ibunda Tercinta, yang selalu berdoa untuk keberhasilan penyusun, hingga sampai pada penghujung studi ini, dan
5. Rekan-rekan yang telah banyak memberikan bantuan dan dorongan kepada penyusun, serta semua pihak yang telah banyak membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini, yang tidak mungkin penyusun sebutkan satu persatu.

Atas segala budi dan amal baik yang telah diberikan, penyusun hanya dapat memanjatkan do'a, semoga segala amal dan kebajikannya mendapatkan imbalan yang setimpal dari Allah SWT, Amien.

Penyusun menyadari bahwa laporan Tugas Akhir ini belum dapat dikatakan sempurna karena masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, dalam kesempatan ini penyusun mengaharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi kesempurnaan laporan Tugas Akhir ini. Penyusun berharap semoga laporan Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Wassalamu 'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, September 2006

Penyusun

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 xiii

DAFTAR LAMBANG DAN NOTASI xiv

ABSTRAKSI xvi

BAB I. PENDAHULUAN 1

1.1. Latar Belakang 1

1.2. Tujuan Penelitian 2

1.3. Manfaat Penelitian 2

1.4. Batasan Masalah 3

BAB II. TINJAUAN PUSTAKA 4

BAB III. LANDASAN TEORI 6

3.1. Kolom..... 6

3.2. Kolom Tunggal 6

3.2.1. Efek Gaya Geser Pada Kolom Tunggal 9

3.3. Penampang Lintang Profil Siku 11

3.3.1. Penampang Kolom Tunggal..... 11

3.3.2. Penampang Kolom Tersusun 13

3.4. Kolom Tersusun Prismatis 14

3.4.1 Efek Gaya Geser Pada Kolom Tersusun Prismatis..... 16

3.5. Kolom Tersusun Non Prismatis 20

3.6. Hipotesis..... 24

BAB IV METODE PENELITIAN 25

4.1. Metodologi Penelitian..... 25

4.2. Bahan dan Alat yang digunakan..... 25

4.2.1. Bahan..... 25

4.2.2 Peralatan Penelitian..... 25

4.3. Model Benda Uji..... 29

4.4. Pembuatan Benda Uji 30

4.5. Langkah-langkah Pengujian 30

4.5.1. Pengujian Kuat Tekan Baja 30

4.4.2. Pengujian Tarik 31

BAB V. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN 33

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Perbandingan nilai ho/hm 22

Tabel 5.1. Hasil Pengujian Kuat Tarik Bahan.....34

Tabel 5.2. Hasil Pengujian Kuat Tarik Las.....34

Tabel 5.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom.....36

Tabel 5.4. Analisis Hasil Uji Kuat Tarik Baja Siku.....39

Tabel 5.5. Analisis Hasil Uji Kuat Tarik Pelat Baja.....39

Tabel 5.6. Hasil Pengujian Kuat Tarik Las Baja Siku.....40

Tabel 5.7. Hasil Pengujian Kuat Tarik Las Pelat Baja.....40

Tabel 5.8a. Hasil Regresi Kekuatan Kolom.....41

Tabel 5.8b. Hasil Regresi Kekuatan Kolom 43

Tabel 5.8c. Hasil Regresi Kekuatan Kolom 45

Tabel 5.9. Hasil Perhitungan Persamaan Friedich Bleich (1952) untuk mengetahui Tegangan Kritis (Pcr).....47

Tabel 5.10. Hasil Perbandingan Pcr Teoritis Dan Pcr Pengujian.....47

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1. Batang Lurus Dibebani Gaya Tekan Aksial.....7

Gambar 3.2. Profil Siku Tunggal.....12

Gambar 3.3. Profil Siku Tersusun.....13

Gambar 3.4. Berbagai Macam Profil Tersusun.....14

Gambar 3.5. Konfigurasi Batang Perangkai Diagonal.....15

Gambar 3.6. Kolom Tersusun Yang Dibebani Gaya Aksial.....16

Gambar 3.7. Kolom Tersusun Non Prismatis Yang Dibebani Gaya Aksial.....20

Gambar 3.8. Perbandingan Beban Kritis – ho/hm.....23

Gambar 4.1. Universal Testing Machine Shimatzu UMH30.....26

Gambar 4.2. Bentuk Fisik Loading Frame.....27

Gambar 4.3. Dial Gauge.....28

Gambar 4.4. Hidraulic Jack.....29

Gambar 4.5. Model Benda Uji.....29

Gambar 4.6. Gambar Benda Uji Kuat Tarik Baja.....32

Gambar 5.1. Penempatan Dial Pada Benda uji.....35

Gambar 5.2. Grafik Hubungan Beban Dengan Lendutan Maksimum.....37

Gambar 5.3. Gambar Benda Uji Kuat Tarik Baja.....38

Gambar 5.4. Grafik Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Pengujian Dan Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Regresi Pada Variasi ho/hm = 0,6.....42

Gambar 5.5. Grafik Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Pengujian Dan Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Regresi Pada Variasi ho/hm = 0,4.....44

Gambar 5.6. Grafik Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Pengujian Dan Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Regresi Pada Variasi ho/hm = 0,2.....45

Gambar 5.7. Grafik Perbandingan Beban Kritis (P_{cr}) Teori Dan Beban Kritis (P_{cr}) Hasil pengujian.....48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 = Lembar konsultasi

Lampiran 2 = Perhitungan Sifat Penampang

Lampiran 3 = Perhitungan regresi

Lampiran 4 = Foto Pengujian

DAFTAR LAMBANG DAN ISTILAH

Pu = Beban Ultimit

Ag = Luas bruto

Fy = Tegangan Leleh

Lk = Panjang Tekuk

K = Kekakuan

E = Modulus elastis

I = Momen Inersia

y = Jarak Pelenturan

π = 3,14

μ = Poisson ratio

Pcr = Beban Kritis

r = Jari-jari girasi

h = Jarak Antar Profil

V=Gaya Geser

β = Faktor Pembentuk (Lingkaran 1,11 dan Kotak 1,2)

L = Panjang benda uji

ho = Jarak terpendek antar profil

hm = Jarak terpanjang antar profil

ABSRAKSI

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.

Penelitian eksperimental ini menggunakan 3 buah benda uji dengan jarak antar batang melintang (ho/hm) sebesar 0.2; 0.4; 0.6, panjang batang konstan sebesar 2000mm. Tumpuan yang digunakan berupa tumpuan sederhana dengan anggapan tumpuan sendi-sendi dengan nilai K = 1, benda uji di tempatkan di *Loading Frame* dengan posisi berdiri, kemudian di tekan dengan *Hidraulik Jack* dengan pembebanan aksial tekan sentris dengan kenaikan sebesar 3kN.

Berdasarkan eksperimen yang di lakukan dapat diketahui bahwa beban kritis benda uji kolom : kolom 1 (ho/hm = 0,2), Pcr = 24 kN; kolom 2 (ho/hm = 0,4), Pcr = 54kN; kolom 3 (ho/hm = 0,6), Pcr = 48 kN. Dari hasil pengujian laboratorium tersebut beban kritis (Pcr) Berada di bawah perhitungan teori menggunakan rumus *Friedich Bleich.*

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 peraangkai dapat disusun secara diagonal, melintang dan kombinasi melintang diagonal.

Penelitian ini meneliti tentang kapasitas kolom non prismatis tersusun sebagai komponen struktur yang menerima beban aksial tekan. Penelitian ini dilakukan karena kolom non prismatis memiliki nilai momen inersia yang berbeda dengan variasi batang perangkai diagonal sehingga didapat apakah kolom non prismatis 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 menggunakan batang perangkai diagonal dan melintang yang dipengaruhi oleh jarak terpendek dibanding dengan jarak terpanjang (ho/hm).
2. Membandingkan kuat tekan atau kapasitas kolom tersusun non prismatis, hasil penelitian dengan beban kritis teori *Friedich Bleich.*
3. Mengetahui jenis kegagalan kolom tersusun non prismatis.

1.3. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian eksperimental ini diharapkan mendapat manfaat sebagai berikut :

1. Pengembangan pengetahuan tentang kapasitas kolom tersusun non prismatis.
2. Memberikan informasi tentang kapasitas kolom non prismatis.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian eksperimental kolom non prismatis dibatasi pada masalah :

1. Kolom tersusun non prismatis terbuat dari empat profil siku.
2. Tegangan residu dari bahan tidak ditinjau.
3. Kolom dibebani dengan beban aksial konsentries.

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 beba 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 struktu 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

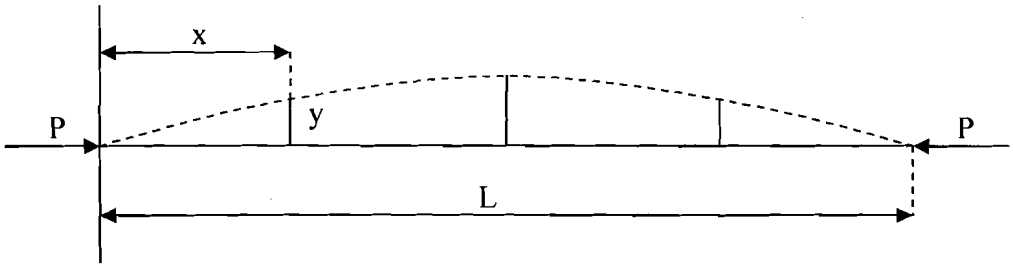
LANDASAN TEORI

3.1. Kolom

Komponen struktur tekan dapat dibuat dari profil tunggal atau profil tersusun (*built up*). Kapasitas tekan dan kekakuan profil tunggal terbatas karena ukuran penampang baja yang tersedia terbatas. Kolom yang memikul gaya tekan dengan beban besar dan memerlukan kekakuan besar, kapasitas profil tunggal tidak memenuhi. Persoalan seperti diatas dapat diselesaikan dengan menggunakan kolom 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 Dibebani Gaya Tekan Aksial

Gambar 3.1 menunjukkan sebuah batang lurus yang kedua ujungnya sendi dan 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), di penampang tersebut bekerja momen lentur.

$$M = -P.y \tag{3.1}$$

Persamaan pelenturan akibat beban (P) dapat dinyatakan :

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

atau

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

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

$$y = A\sin kx + B\cos kz \tag{3.3}$$

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

$$0 = A \sin kL \tag{3.4}$$

Pemenuhan Persamaan 3.4 dengan A = 0 tidak ada defleksi, $kL = 0$ tidak ada beban luar, dan kL = n π, yakni syarat terjadinya tekukan. Dengan demikian :

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

$$P = \frac{n^2 \pi^2 EI}{L^2} \tag{3.5}$$

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

$$P = \frac{\pi^2 EI}{L^2} \tag{3.6}$$

atau dinyatakan dalam tegangan tekan rata-rata :

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

(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

Menurut persamaan Euler yang di kemukakan oleh Lambert Tall, 1974 , beban kritis kolom di turunkan dari persamaan pelenturan sebuah batang lurus yang semua seratnya tetap elastis hingga tekuk terjadi tetapi tidak terjadi tekuk lokal, batang tersebut memiliki dukungan sederhana pada ujung-ujungnya dan di beri gaya aksial tekan sentris.

Gaya geser (V) yang timbul pada penampang batang adalah :

$$V = \frac{M_x}{d_x} \tag{3.8a}$$

atau

$$V = P.\frac{d_y}{d_x} \tag{3.8b}$$

Pelenturan total (akibat P dan V) adalah :

$$\frac{d^2y}{dx^2} = -\frac{P}{E.I}y + \frac{\beta.P.d^2y}{A.G.dx^2} \tag{3.9a}$$

atau

$$\frac{d^2y}{dx^2} + \frac{1}{E.I\left(1 - \frac{\beta.P}{A.G}\right)} \tag{3.9b}$$

Penyelesaian persamaan (3.9b) adalah

$$Pcr = \frac{\pi^2 E.I}{L^2} \frac{1}{\left(1 + \frac{\beta}{A.G}\frac{\pi^2 E.I}{L^2}\right)} \tag{3.10}$$

dengan

$$\frac{\pi^2 E.I}{L^2} = Pe \text{ (beban tekuk euler)}$$

Andaikan $\frac{\beta}{A.G} = \frac{1}{Pd}$; maka pelenturan akibat gaya lintang dari Persamaan (3.10) dapat dinyatakan dengan :

$$Pcr = \frac{Pe}{1 + \frac{Pe}{Pd}} \tag{3.11}$$

Masing-masing ruas Persamaan (3.11) di bagi dengan luas (A) maka :

$$Pcr = \frac{\pi^2 E.I}{A.L^2} \frac{1}{\left(1 + \frac{\beta}{A.G} \frac{\pi^2 E.I}{A.L^2}\right)} \tag{3.12}$$

Karena nilai $\frac{I}{A} = i^2$; maka Persamaan (3.12) dapat dinyatakan :

$$Pcr = \frac{\pi^2 E.I}{(Lk/i)^2} \frac{1}{\left(1 + \frac{\beta}{A.G} \frac{\pi^2 E.I}{A.L^2}\right)} \tag{3.13}$$

Persamaan (3.13) dapat di nyatakan dalam bentuk sederhana sebagai berikut :

$$Pcr = \frac{\pi^2 E.I}{\left(\alpha \frac{Lk}{i}\right)^2} \tag{3.14}$$

dengan :

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

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

$$\frac{Lk}{i} = 50 \qquad \alpha = 1{,}01$$

$$\frac{Lk}{i} = 70 \qquad \alpha = 1{,}005$$

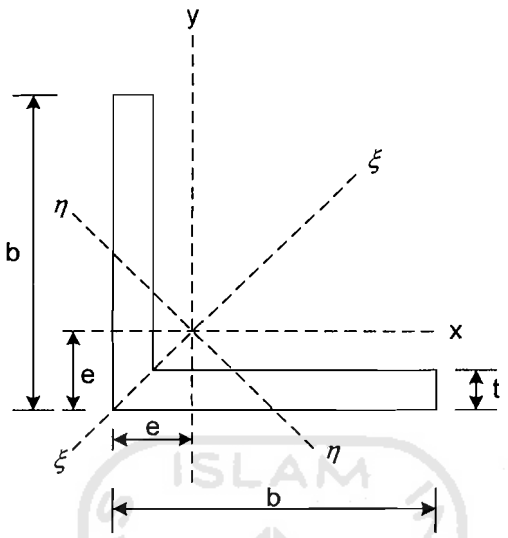
$$\frac{Lk}{i} = 100 \qquad \alpha = 1{,}0005$$

Tampak bahwa, pengaruh gaya lintang terhadap beban kritis kolom batang tunggal relatif kecil. Untuk kelangsingan 50 pengaruh gaya lintang lebih kurang 1%, sedangkan pada kelangsingan 70 pengaruhnya ½ % 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 Kolom Tunggal

Sifat penampang dari gabungan profil siku seperti terlihat pada Gambar 3.2 meliputi: luas penampang, momen inersia dan jari-jari inersia dapat dihitung menggunakan Persamaan dibawah ini:



Gambar 3.2 Profil Siku Tersusun

$$A = b \times t + (b\text{-}t) \times t \tag{3.15}$$

statis momen terhadap sisi bawah

$$ex = ey = \frac{b\,x\,t\,x\,0{,}5\,x\,b + (b-t)\,x\,t\,x\,0{,}5\,x\,t}{b\,x\,t + (b-t)\,x\,t} \tag{3.16}$$

$$cx = cy = e - \tfrac{1}{2}.t \tag{3.17}$$

$$Ix = Iy = 1/12 \times b^3 \times t + b \times t \times (1/2t + (cx \text{ atau } cy))^2 +$$

$$1/12\ b \times t^3 + (b\text{-}t) \times t \times (1/2t + \quad (cx \text{ atau } cy))^2 \tag{3.18}$$

$$rx = ry = \sqrt{\frac{(Ix\ atau\ Iy)}{A}} \tag{3.19}$$

$$I_{maks} = \frac{Ix + Iy}{2} + \sqrt{\left[\frac{Ix - Iy}{2}\right]^2 + (\sum x.y.A)^2} \tag{3.20}$$

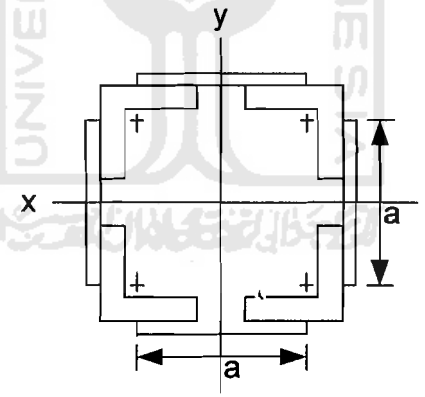
$$\text{r maks} = \sqrt{\frac{\text{Im}\,aks}{A}} \tag{3.21}$$

$$I_{min} = \frac{Ix - Iy}{2} - \sqrt{\left[\frac{Ix - Iy}{2}\right]^2 + (\sum x.y.A)^2} \tag{3.22}$$

$$\text{r min} = \sqrt{\frac{\text{Im}\,in}{A}} \tag{3.23}$$

b. Penampang Kolom tersusun

Sebuah kolom tersusun dari empat profil siku yang di hubungkan dengan batang-batang perangkai di tunjukkan pada Gambar 3.3



Gambar 3.3 Profil Siku Tersusun

Luas penampang profil gabungan (A_{gab})

$$A_{gab} = 4.A_{profiltunggal} \tag{3.24}$$

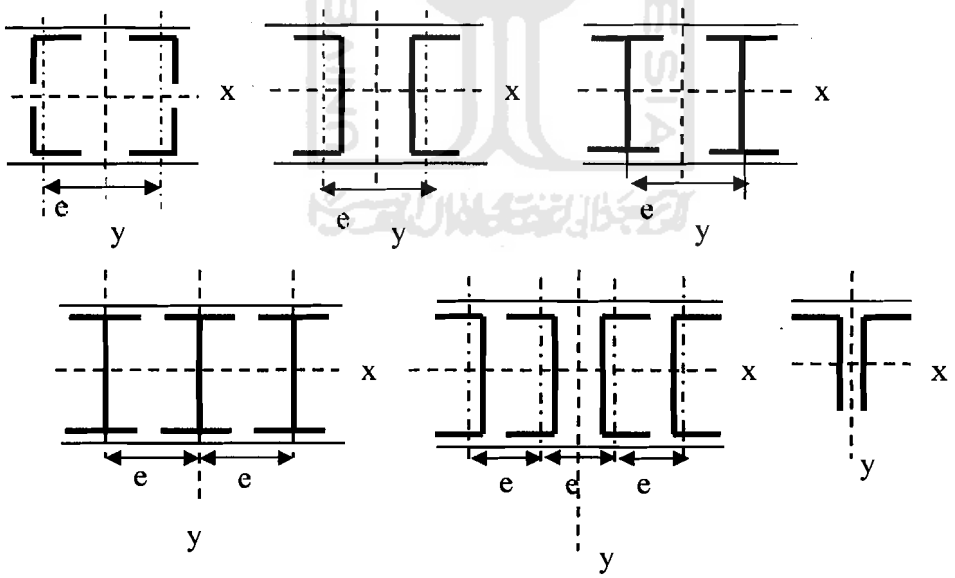
$$Ix_{gab} = Iy_{gab} = 4.Ix_{tunggal} + 4.(A_{profil\ tunggal} + (1/2a)^2) \qquad (3.25)$$

Jari-jari inersia terhadap sumbu x = sumbu y

$$rx = ry = \sqrt{\frac{(Ix_{gab}\ atau\ Iy_{gab})}{A_{gab}}} \qquad (3.26)$$

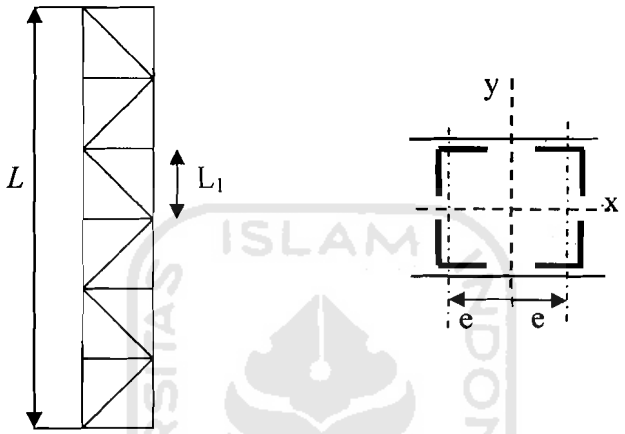
3.4 Kolom Tersusun Prismatis

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 3.4



Gambar 3.4 Berbagai Macam Profil Tersusun

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



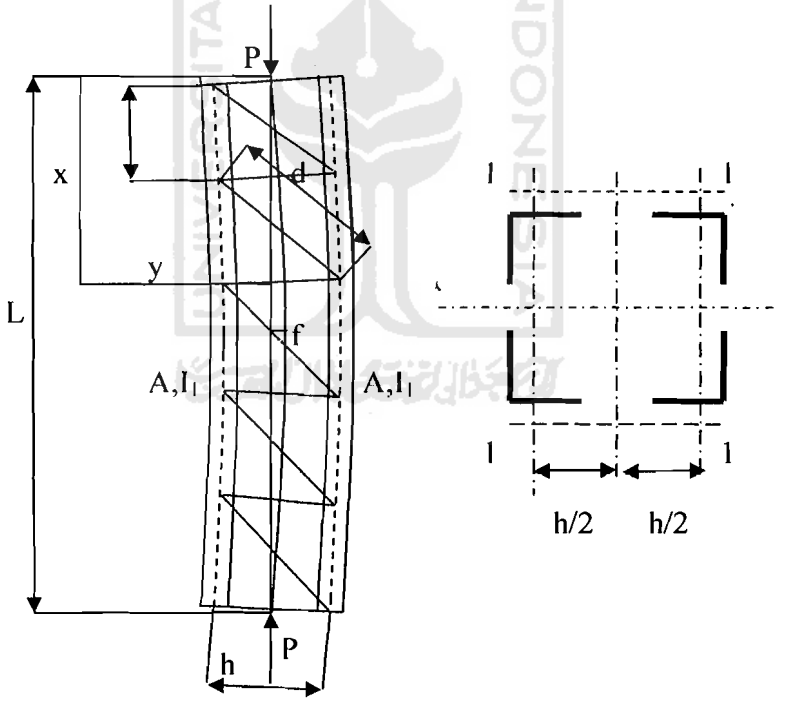
Gambar 3.5 Konfigurasi Batang Perangkai Diagonal

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 atu 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.

3.4.1 Efek Gaya Geser Pada Kolom Tersusun Prismatis

Penyambungan antara batang-batang tersusun dengan memakai batang diagonal bermanfaat agar semua komponen bekerja sebagai satu kesatuan. Komponen geser timbul ketika batang tekan melentur. Besarnya pengaruh geser terhadap pengurangan kekuatan kolom sebanding dengan besarnya deformasi yang di timbulkan oleh gaya geser. Kolom tersusun yang di bebani gaya aksial serta mengalami tekuk keseluruhan (Gambar 3.6)



Gambar 3.6. Kolom Tersusun Yang Dibebani Gaya Aksial

Pengaruh gaya lintang terhadap beban kritis kolom tersusun dengan penghubung diagonal dinyatakan dengan Persamaan Euler yang di kemukakan oleh Lambert Tall, 1974 :

$$Pcr = \frac{Pe}{1 + \frac{Pe}{Pd}} \tag{3.27}$$

Dimana kondisi pertama akumulasi energi elastik sedangkan dua kondisi terakhir adalah energi dari batang perangkai.

Momen oada semua titik pada as kolom adalah :

$$M_x = Pcr.y = Pcr.f \sin\frac{\pi x}{l}$$

Dengan tegangan geser yang merupakan turunan:

$$Q_x = \frac{dM_x}{dx} = Pcr.\ f\frac{\pi}{l}\cos\frac{\pi\chi}{l}$$

Sehingga :

$$F = \frac{Mx}{h} = \pm Pcr.f\frac{\pi}{l}\sin\frac{\pi x}{l} \tag{3.28a}$$

$$D = Qx\frac{d}{h} = \pm Pcr.f\frac{d}{h}\frac{\pi x}{l}\cos\frac{\pi x}{l} \tag{3.28b}$$

$$B = Qx = \pm Pcr.f\frac{\pi}{l}\cos\frac{\pi x}{l} \tag{3.28c}$$

Dengan anggapan $\frac{\pi x}{l} = \frac{2r-1}{2n}\pi$ dimana r = 1,2,3.....n-1 dan adalah jumlah dari titik bidang , sehingga :

$$V = \frac{Pcr^2 f^2}{2}\frac{c}{h^2}\frac{2}{E_t A}\sum_{r=1}^{n}\sin^2\frac{2r-1}{2n}\pi + \frac{Pcr^2 f^2}{2}\frac{d^3}{h^2}\frac{\pi^2}{l^2}\frac{l}{EA_d}\sum_{r=1}^{n}\cos^2\frac{2r-1}{2n}\pi$$

$$+\frac{Pcr^2 f^2}{2}\frac{\pi^2}{l^2}\frac{h}{EA_b}\sum_{r=1}^{n}\cos^2\frac{2r-1}{2n}\pi$$

Momen inersia $I_0 = \frac{Ah^2}{2}$, maka :

$$\frac{Pcr^2 f^2}{2}\frac{c}{h^2}\frac{2}{E_t A} = \frac{Pcr^2 f^2}{2}\frac{c}{E_t I_0}$$

dan

$$\sum_{r=1}^{n}\sin^2\frac{2r-1}{2n}\pi = \sum_{r=1}^{n}\cos^2\frac{2r-1}{2n}\pi = \frac{n}{2} = \frac{1}{2c} \qquad (3.29)$$

Sehingga bentuk persamaan untuk energi tegangan (V) adalah

$$V = Pcr^2\frac{f^2 l}{4}\left(\frac{1}{E_t I_0} + \frac{d^2}{ch^2}\frac{\pi^2}{l^2}\frac{1}{EA_d} + \frac{h}{c}\frac{\pi^2}{l^2}\frac{1}{EA_b}\right) \qquad (3.30)$$

Persamaan gaya luar :

$$W = Pcr\Delta l = \frac{Pc}{2}\int_0^l y'^2\,dx$$

dengan $y' = \frac{\pi}{l} f\cos\frac{\pi x}{l}$, setelah di integralkan di dapat :

$$W = Pcr \frac{\pi^2 f^2}{4l} \tag{3.31}$$

Subtitusi V dan Wdari Persamaan 3.30 dan 3.31

$$\frac{\pi^2}{l} - Pcl\left(\frac{1}{E_t I_0} + \frac{\pi^2}{l^2}\frac{d^3}{ch^2}\frac{1}{EA_d} + \frac{\pi^2}{l^2}\frac{h}{c}\frac{1}{EA_b}\right) = 0 \tag{3.32}$$

Sehingga Persamaan tegangan kritis adalah :

$$Pcr = \frac{\pi^2 E_t I}{l^2}\frac{1}{1 + \frac{\pi^2 E_t I_0}{l^2}\frac{1}{Ech^2}\left(\frac{d^3}{A_d} + \frac{h^3}{A_b}\right)} \tag{3.33}$$

Dari Persamaan 3.33 nilai P_{cr} akan semakin besar bila nilai panjang batang diagonal atau horisontal di bagi dengan luas penampang diagonal atau horisontal juga semakin besar. Jika perangkai sangat kaku $A_d = A_b = \infty$, Persamaan 3.33 akan menjadi tegangan kritis $\frac{\pi^2 E_t I_0}{l^2}$ dimana tegangan kritis kolom tersusun tersebut mempunyai momen inersia $I_0 = A(h^2)/2$. Momen sebenarnya dari penampang kolom adalah :

$$I = I_0 + 2I_1 \tag{3.34}$$

sehingga :

$$Pcr = \frac{\pi^2 EI}{(kl)^2} \tag{3.35}$$

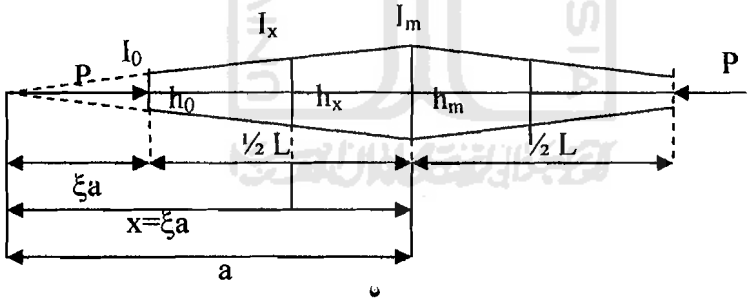
dengan

$$k = \sqrt{1 + \frac{\pi^2 E_t I_0}{l^2}\frac{1}{Ech^2}\left(\frac{d^3}{A_d} + \frac{h^2}{A_b}\right)} \tag{3.36}$$

dimana E_t: Modulus elastis kolom, 1: panjang kolom. I_1: panjang elemen batang yang di batasi oleh ujung-ujung batang penghubung, d: panjang batang diagonal, h: panjang batang horizontal, A_d: luas penampang satu batang diagonal, A_b: luas penampang satu batang horizontal. Nilai k dari persamaan 3.35 dianggap satu.

3.5 Kolom Tersusun Non Prismatis

Komponen geser timbul ketika batang tekan melentur. Batang tekan di bedakan dengan berbagai macam bentuk untuk mendapatkan kekuatan kolom yang besar. Berbagai variasi tersebut adalah kolom tersusun non prismatis, yang memiliki gaya geser sehingga dapat mengurangi kekuatan kolom.



Gambar 3.7. Kolom Tersusun Non Prismatis Yang Dibebani Gaya Aksial

Dengan *Im* sebagai momen pada titik tengah dan *Ix* nilai titik acuan pada garis *x*, sehingga

$$I_x = I_m \frac{h_x^{\,2}}{h_m^{\,2}} = I_m \frac{x^2}{a^2} = I_m \xi^2 \qquad (3.37)$$

dimana $\xi = x / a$ sebagai dimensi. Persamaan differensial kolom adalah $E_t I_x \frac{d^2 y}{dx^2} + Py = 0$

Subtitusi *Ix* dari Persamaan 3.37 dan memperkenalkan

$$\alpha^2 = \frac{Pa^2}{E_t I_m} \tag{3.38}$$

di dapat Persamaan differensial dengan koefisien variabel :

$$\xi \frac{d^2 y}{d\xi^2} + \alpha^2 y = 0 \tag{3.39}$$

Solusi dari Persamaan tersebut, yang berisi dua variabel yang konstan A dan B sehingga menjadi Persamaan:

$$y = \sqrt{\xi}\left[A \sin\left(k \log_e \xi\right) + B \cos\left(k \log_e \xi\right)\right] \tag{3.40}$$

sehingga nilai *k* di dapat :

$$k = \sqrt{\alpha^2 - \frac{1}{4}} \tag{3.41}$$

Subtitusi dari Persamaan 3.40 didapat syarat batas :

$$\xi = \xi_0 = \frac{h_0}{h_m} : y = 0$$

$$\xi = 1 : \qquad \frac{dy}{d\xi} = 0$$

didapatkan dua persamaan yang konstan A dan B :

$$A \sin\left(k \log_e \frac{h_0}{h_m}\right) + B \cos\left(k \log_e \frac{h_0}{h_m}\right) = 0$$

$$Ak + \frac{B}{2} = 0$$

Penyelesaian dari variabel A dan B merupakan faktor penentu, yaitu :

$$\tan\left(k \log_e \frac{h_0}{h_m}\right) - 2k = 0 \qquad (3.42)$$

yang mempunyai batas dari nilai akar k, nilai k yang paling kecil k_1 sebagai Pc. Dari Persamaan 3.38 dan 3.42 Persamaan tekuknya menjadi :

$$P_{cr} = \frac{E_t I_m}{4a^2}\left(1 + 4k_1^2\right)$$

Sehingga :

$$P_{cr} = \mu \frac{\pi^2 E_t I_m}{l^2} \qquad (3.43)$$

dengan μ :

$$\mu = \frac{1 + 4k_1^2}{4\pi^2}\left(\frac{l}{a}\right)^2 = \frac{1 + 4k_1^2}{\pi^2}\left(1 - \frac{h_0}{h_m}\right)^2 \qquad (3.44)$$

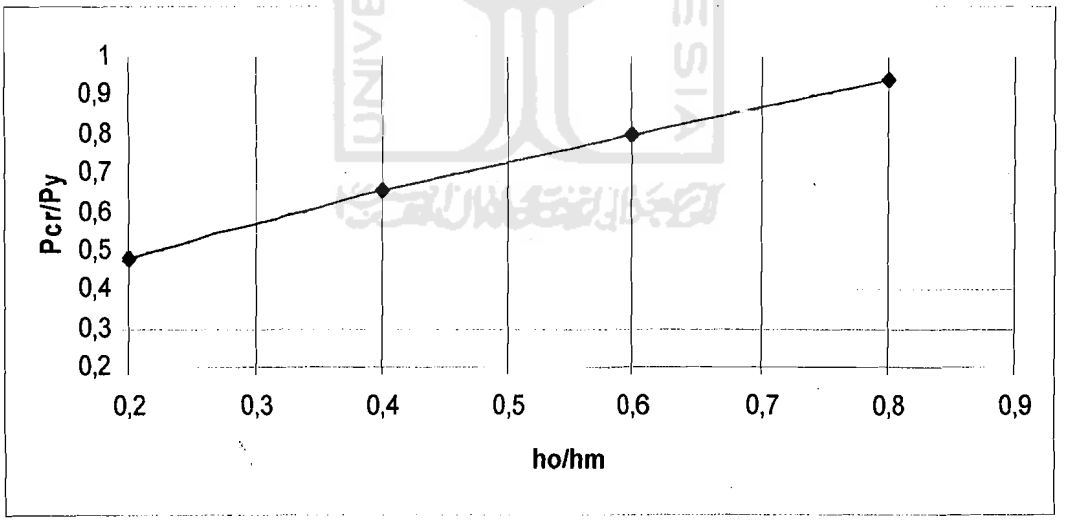
Tabel 3.1 Perbandingan nilai ho/hm

ho/hm	0	0,2	0,4	0,6
μ	0,101	0,449	0,610	0,749

Dengan beban kritis Pcr, kolom akan mengalami tekuk baik dari potongan melintang , terdapat momen inersia $I = \mu I_m$.

Persamaan diatas menjelaskan bahwa jarak antar perangkai mengakibatkan perbedaan kekuatan kolom. Semakin panjang jarak perangkai maka semakin kecil kekuatan kolom.

Jika dari persamaan (3.43) nilai h_0/h_m = 0.2, 0.4 dan 0.6 dan nilai momen inersia dianggap satu satuan maka dapat dibuat grafik perbandingan P_{cr}/P_y dengan h_0/h_m sebagai berikut (Gambar 3.8):



Gambar 3.8 Perbandingan Antara Beban Kritis – ho/hm

3.6 Hipotesis

Pada kolom tersusun dengan variasi h_0/h_m akan mempengaruhi nilai μ . Semakin besar nilai h_0/h_m maka nilai Pcr (nilai beban kritis) semakin besar. Beban kritis yang besar akan mengakibatkan tegangan kritis yang besar sehingga mengakibatkan tekuk.

BAB IV

METODE PENELITIAN

4. 1 Metodologi Penelitian

Metode penelitian adalah suatu urutan atau tata cara pelaksanaan penelitian dalam rangka mencari jawaban atas permasalahan penelitian yang akan dilakukan.

4.2 Bahan dan Alat yang digunakan

Untuk kelancaran penelitian diperlukan beberapa peralatan dan bahan yang digunakan sebagai sarana untuk mencapai maksud dan tujuan penelitian. Adapun bahan dan alat yang dipergunakan adalah sebagai berikut.

4.2.1 Bahan

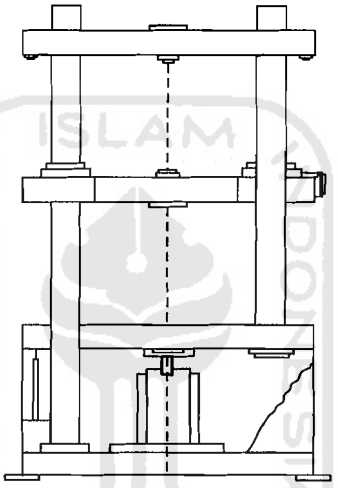
Bahan yang digunakan untuk benda uji adalah baja. Siku dan baja pelat yang di hubungkan dengan alat sambung las.

4.2.2 Peralatan Penelitian

Peralatan-peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah:

a. Mesin Uji Kuat Tarik

Digunakan untuk mengetahui kuat tarik baja. Pada penelitian ini digunakan UNIVERSAL TESTING MACHINE (UTM) merk SHIMATSU type UMH 30, dengan kapasitas 30 ton, seperti pada Gambar 4.1

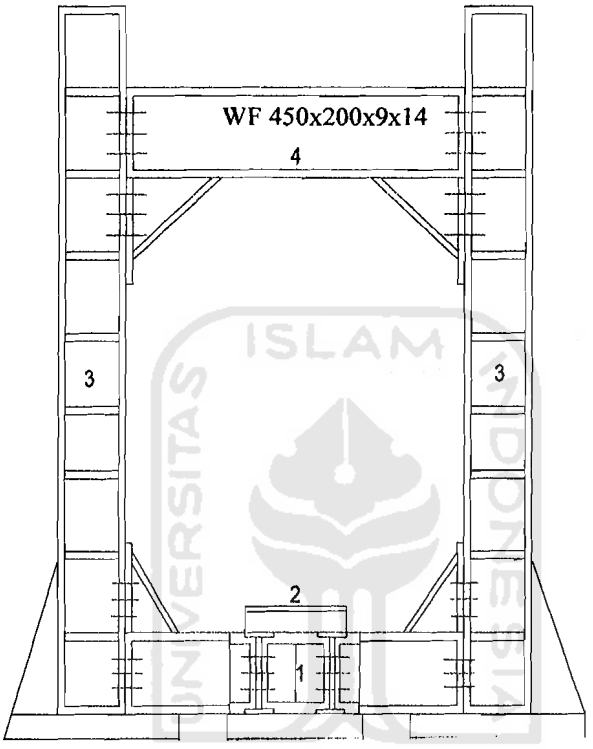


Gambar 4.1. *Universal Testing Machine Shimitzu UMH30*

b. Loading Frame

Bentuk dasar *Loading Frame* berupa portal segi empat yang berdiri diatas lantai beton (*rigid floor*) dengan perantara pelat dasar dari besi setebal 14 mm. Agar *Loading Frame* tetap stabil, pelat dasar dibaut ke lantai beton dan kedua kolomnya dihubungkan oleh balok WF 450x200x9x14 mm. Posisi balok portal dapat diatur untuk menyesuaikan dengan bentuk dan ukuran model yang akan diuji dengan cara melepas sambungan baut.

Untuk menempatkan benda uji pada penelitian ini digunakan Loading Frame dari bahan profil WF 450x200x9x14. Seperti pada Gambar 4.2



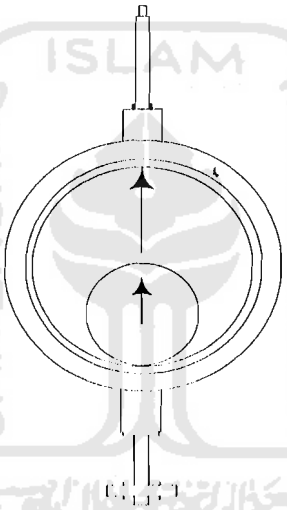
Gambar 4. 2 Bentuk Fisik Loading Frame

Keterangan :

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

c. ***Dial Gauge***

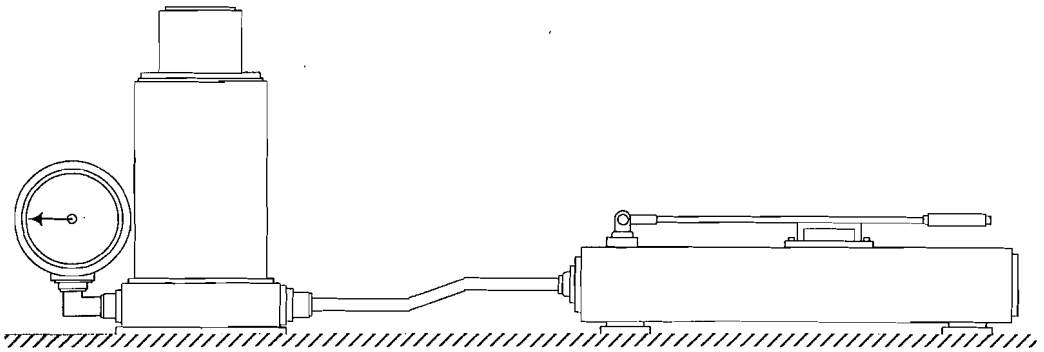
Alat dengan merk *Mitutoyo* ini digunakan untuk mengukur besar lendutan yang terjadi pada benda uji. Untuk penelitian skala penuh digunakan *dial gauge* dengan kapasitas lendutan maksimum 50 mm dan ketelitian 0,01 mm. Pada pengujian balok kecil dipakai dial gauge dengan kapasitas lendutan maksimum 30 mm – ketelitian 0,01.



Gambar 4. 3 Dial Gauge

d. Hidraulic Jack

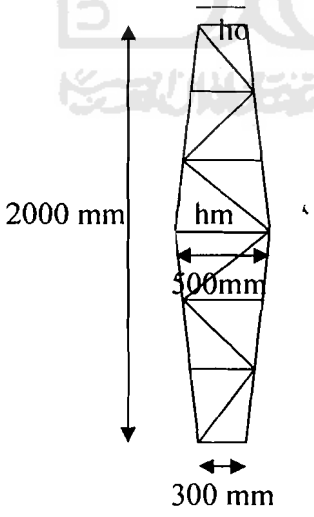
Alat ini dipakai untuk memberikan pembebanan pada pengujian tekan kolom baja profil siku. Dengan kapasitas maksimum 30 ton dan ketelitian pembacaan 0,5 ton



Gambar 4. 4 Hidraulic Jack

4.3. Model Benda Uji

Model benda uji berupa kolom tersusun non prismatis yang dirangkai secara kombinasi melintang dan diagonal denagn plat dengan variasi ho/hm. Adapun model benda uji tersebut seperti Gambar 4.5 :



Gambar 4.5. 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 denga 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 di maksud tersebut di bawah ini :

4.5.1 Pengujian Kuat Tekan Baja

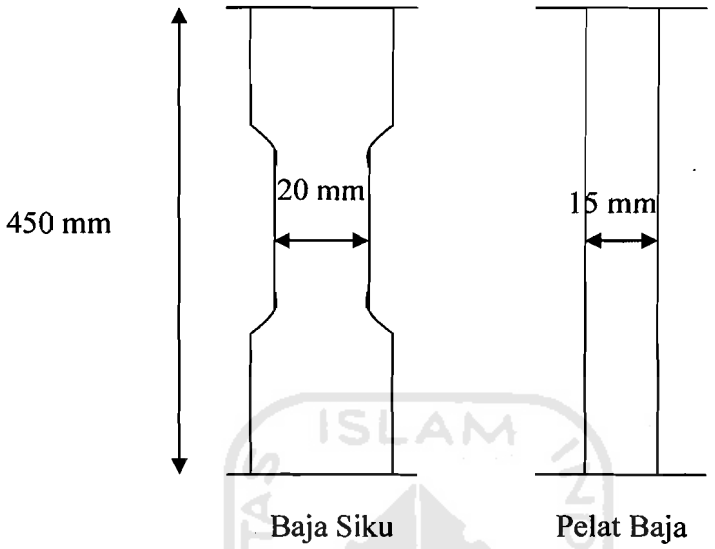
Pengujian kuat tekan kolom tersusun dilakukan di Laboratorium Mekanika Rekayasa, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Tahapan-tahapan yang dilakukan adalah:

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.
4. Pada setiap tahap pembebanan deformasi yang terjadi di ukur, mula-mula di kerjakan gaya aksial 3 kN, deformasi yang terjadi 0,06 mm. Beban di lanjutkan menjadi 6 kN, deformasi yang terjadi tetap 0,06 mm. Beban terus di tingkatkan hingga kolom rusak. Dari pengujian tersebut di dapat hubungan beban deformasi yang selanjutnya dapat di gambar kurva deformasi.

4.5.2 Pengujian Kuat Tarik Baja

Pengujian kuat tarik baja dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Data yang diambil pada pengujian ini adalah beban leleh, beban maksimum, dan beban patah.



4.6 Gambar Benda Uji Kuat Tarik Baja

Pengujian tarik baja di lakukan di Laboratorium Mekanika Rekayasa 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 penduhuluan dan uji kuat tekan kolom tersusun non prismatis. 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 tersusun non prismatis untuk menerima beban aksial konsentris.

5.1.1 Hasil Uji Pendahuluan

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

5.1.1.1 Uji Tarik Baja Siku dan Pelat

Pengujian kuat tarik material baja siku dilakukan dengan tiga buah sampel uji berupa plat dari profil siku yang dibentuk simetris dengan standar pengujian kuat tarik baja. Adapun pengujian kuat tarik baja dapat dilihat pada Tabel 5.1 sebagai berikut :

Tabel 5.1 Hasil Pengujian Kuat Tarik Bahan

Benda Uji	Py Leleh (kN)	Pu Maks (kN)	P Putus (kN)
Sampel 1 siku	18,54	23,79	15,69
Sampel 2 siku	19,91	26,46	23,54
Sampel 3 pelat	12,46	16,53	15,40
Sampel 4 pelat	12,51	16,58	15,35

5.1.1.2 Uji Kuat Geser Sambungan Las

Uji las geser dilakukan guna mengetahui kuat geser las yang digunakan pada sambungan benda uji, hasil uji geser las ditunjukan dalah Tabel 5.2 :

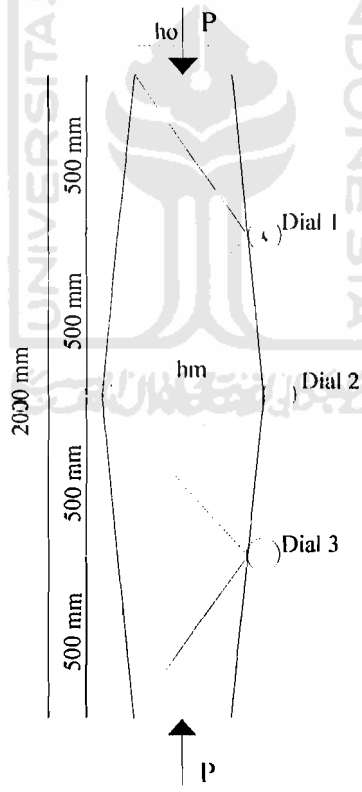
Tabel 5.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Las

Benda Uji	Pu Maks (kN)
Sampel 1 siku	17,46
Sampel 2 siku	21,04
Sampel 3 pelat	4,32
Sampel 4 pelat	7,06

5.1.1.3 Hasil Pengujian Kuat Tekan Kolom Tersusun

Pengujian kuat tekan kolom tersusun non prismatis dilakukan dengan alat dukungan Loading Frame dan alat pembangkit beban berupa Hidraulic Jack di

Laboratorium Mekanika Rekayasa Fakultas Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia. Struktur dibebani tekan aksial sentris secara bertahap dengan kenaikan sebesar 3kN. Pada setiap tahap pembebanan yang terjadi pada tempat-tempat yang telah di tentukan, di ukur dengan cara melalui pembacaan skala pada dial gauge yang di pasang pada benda uji. Pemasangan dial dapat dilihat pada Gambar 5.1 dan tabel hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 5.3 :

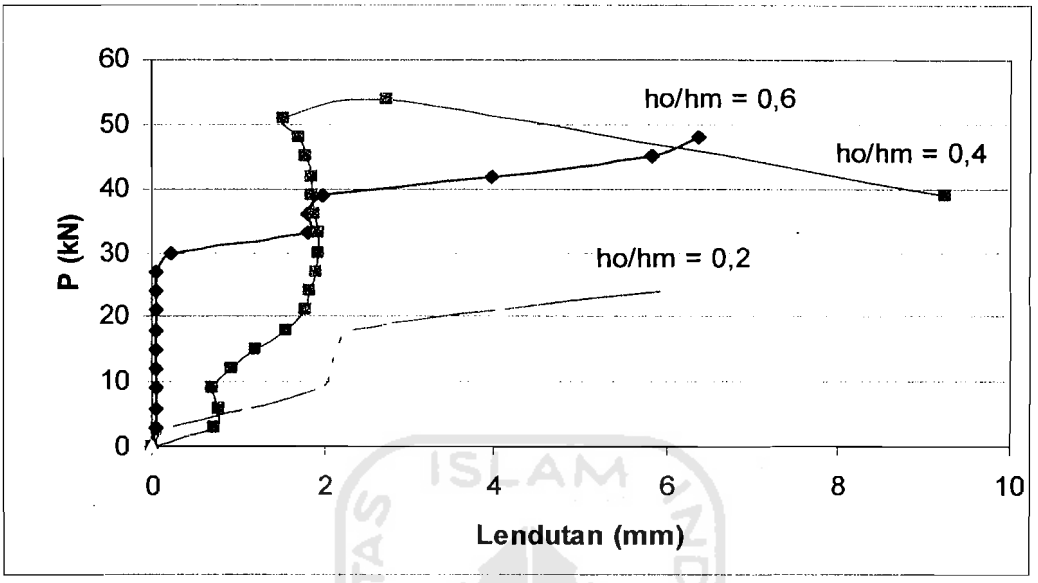


Gambar 5.1 Penempatan Dial Pada Benda uji

Tabel 5.3 Hasil Pengujian Tekan Kolom Tersusun Dengan Lendutan Arah Lateral

Beban (kN)	LENDUTAN ARAH LATERAL								
	Sampel I ho/hm = 0,6			Sampel II ho/hm = 0,4			Sampel III 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	0	0	0	0	0	0	0	0
3	0,06	0,43	0,18	0,45	0,72	0,32	0,20	0,28	1,08
6	0,06	0,47	0,21	1,27	0,79	0,34	1,10	1,51	2,02
9	0,06	0,45	0,23	1,88	0,71	0,34	1,95	2,42	2,66
12	0,06	0,25	0,18	1,88	0,94	0,49	2,09	2,75	3,10
15	0,06	0,16	0,13	1,91	1,21	0,74	2,17	2,93	3,47
18	0,06	0,08	0,10	1,98	1,55	1,05	2,29	3,12	3,74
21	0,06	0,02	0,07	2,03	1,78	1,24	4,08	3,46	4,07
24	0,04	0,12	0,04	2,06	1,83	1,31	5,99	4,06	4,40
27	0,05	0,31	0,12	2,10	1,90	1,34			
30	0,23	0,53	0,27	2,12	1,94	1,35			
33	1,80	0,88	0,54	2,14	1,93	1,35			
36	1,82	1,20	0,80	2,14	1,88	1,32			
39	1,99	1,71	1,27	2,16	1,86	1,12			
42	3,98	2,37	1,90	2,16	1,85	1,12			
45	5,84	3,28	2,64	2,16	1,79	0,99			
48	6,35	4,00	3,57	2,16	1,71	0,82			
51				2,16	1,53	0,63			
54				2,40	2,74	1,22			
39				2,96	9,24	5,98			

Hasil pengujian dari data 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

Pada benda uji 1 dan 3 lendutan maksimum berada di dial 1 sedangkan pada benda uji 2 lendutan maksimum berada di dial 2. Dari 3 sampel, kita mendapatkan lendutan yang paling maksimal dari sampel 2, dengan perbandingan ho/hm = 0,4 sebesar 9,24 mm.

5.2 Pembahasan

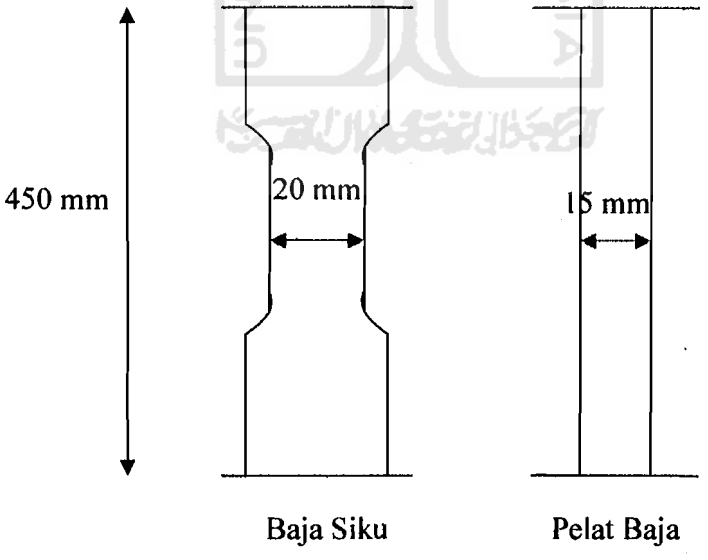
5.2.1 Uji Pendahuluan

Data yang diperoleh dari hasil uji tarik digunakan untuk mendapatkan beban leleh (Py), dan beban maksimum atau beban ultimit (Pu). Tegangan leleh (Fy) didapatkan dengan membagi beban leleh dengan luas penampang (Fy = Py/A).

Tegangan ultimit (Fu) didapatkan dengan membagi beban maksimum dengan luas penampang (Fu = Pu/A). Baja yang di gunakan adalah profil siku dan pelat untuk perangkainya. 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 di gunakan untuk mencari beban kritis (P_{cr}) maksimum yang terjadi akibat dari gaya tekan aksial.

5.2.1.1 Uji Kuat Tarik Baja

Pengujian kuat tarik baja, menggunakan bahan yang sudah di bentuk sesuai dengan ketentuan, seperti pada Gambar 5.3 dan dari hasil pengujian kuat tarik didapat hasil pada Tabel 5.4 dan 5.5 sebagai berikut :



5.3 Gambar Benda Uji Kuat Tarik Baja

Tabel 5.4 Analisis Hasil Uji Kuat Tarik Baja Siku

Benda uji	Beban Leleh (Py) (kN)	Beban ultimit(Pu) (kN)	Luas Benda Uji (A) (mm)	Tegangan Leleh(Fy) (Mpa)	Tegangan ultimit(Fu) (Mpa)
Sampel 1 Siku	18,54	23,79	0,40	463,50	594,75
Sampel 2 Siku	19,91	26,46	0,40	497,75	661.50
Rata-rata	19,23	25,13	0,40	480,63	628,13

Tabel 5.5 Analisis Hasil Uji Kuat Tarik Pelat Baja

Benda uji	Beban Leleh (Py) (kN)	Beban ultimit(Pu) (kN)	Luas Benda Uji (A) (mm)	Tegangan Leleh(Fy) (Mpa)	Tegangan ultimit(Fu) (Mpa)
Sampel 3 Pelat	12,46	16,53	0,30	415,33	551,00
Sampel 4 Pelat	12,51	16,58	0,30	417,00	552,67
Rata-rata	12,49	16,55	0,30	416,17	551,84

Hasil pengujian kuat tarik dan tegangan maksimum baja diatas menunjukan mutu baja yang digunakan dalam penelitian. Mutu baja yang digunakan memenuhi syarat 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.

5.2.1.2. Uji Kuat Geser Sambungan Las

Uji las geser dilakukan guna mengetahui kuat geser las yang digunakan pada sambungan benda uji, hasil uji geser las ditunjukan dalam Tabel 5.6 dan Tabel 5.7

Tabel 5.6 Hasil Pengujian Kuat Tarik Las Baja siku

Benda uji	Beban ultimit(Pu) (kN)
Sampel 1 Siku	17,46
Sampel 2 Siku	21,04
Rata-rata	19,25

Tabel 5.7 Hasil Pengujian Kuat Tarik Las Pelat Baja

Benda uji	Beban ultimit(Pu) (kN)
Sampel 3 Pelat	4,32
Sampel 4 Pelat	7,06
Rata-rata	5,69

Hasil yang didapatkan dari rata – rata uji las geser dalam sambungan pada Tabel 5.6 untuk beban ultimit pengujian kuat tarik las baja siku adalah 19,25 kN dan beban ultimit pengujian kuat tarik las pelat baja adalah 5,69 kN. Mutu baja profil baja siku lebih kuat dari pada pelat baja, karena pada profil siku bahan yang digunakan mempunyai penampang lebih besar sehingga beban yang dapat ditahan oleh profil siku juga besar.

5.2.1.3 Uji Kuat Tekan Kolom Tersusun

Data yang diperoleh dari hasil pengujian ini berguna untuk mengetahui perilaku profil gabungan empat profil siku dengan jarak ho/hm bervariasi. Dari hasil pengujian ini bisa didapatkan nilai beban kritis dan tegangan kritis. Dan dari pengujian ini juga diharapkan mampu memberikan penjelasan mengenai pengaruh

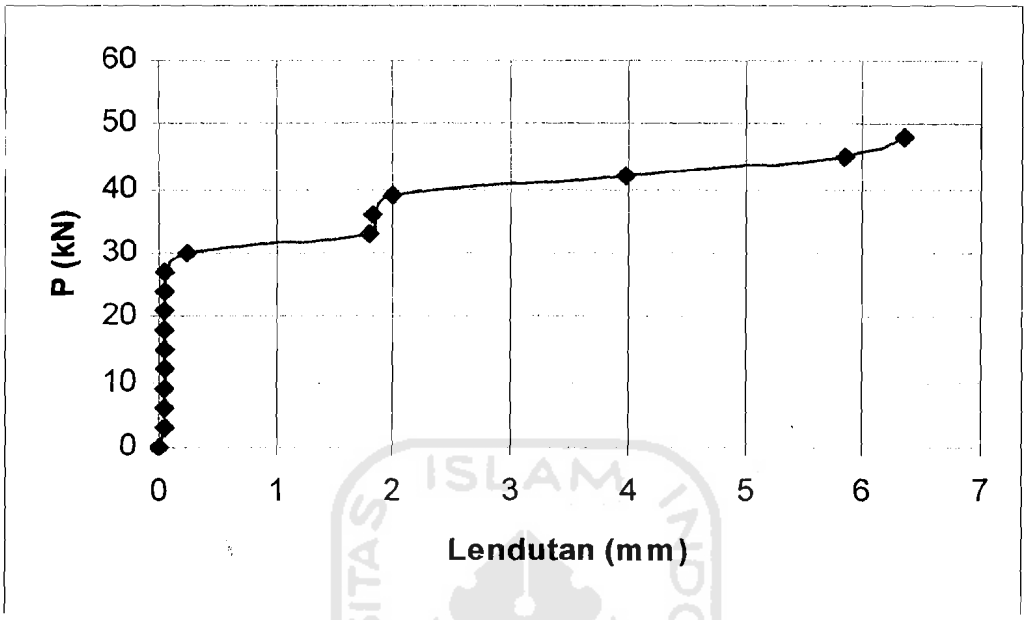
pengelasan pada proses penyambungan perangkai pada kolom tersusun non prismatis profil siku. Karena nilai beban kritis (P_{cr}) hasil pengujian masih sangat kasar maka nilai yang didapatkan diregresi terlebih dahulu.

Dari data hasil pengujian Tabel 5.3 sampel I dengan variasi ho/hm = 0,6 dapat dianalisis dengan menggunakan hasil regresi kekuatan kolom tersusun dengan batang melintang dan diagonal dengan jarak ho/hm bervariasi dapat dilihat pada Tabel 5.8a

Tabel 5.8a Hasil Regresi Kekuatan Kolom

Sampel I variasi ho/hm = 0,6		
Lendutan (mm)	Pcr (kN)	Pcr Reg (kN)
0	0	0
0,06	3	1,417
0,06	6	1,417
0,06	9	1,417
0,06	12	1,417
0,06	15	1,417
0,06	18	1,417
0,06	21	1,417
0,04	24	0,947
0,05	27	1,183
0,23	30	5,328
1,8	33	34,096
1,82	36	34,377
1,99	39	36,678
3,98	42	52,046
5,84	45	47,143
6,35	48	42,547

Dari data Tabel 5.8a dapat di buat grafik beban kritis hasil pengujian seperti Gambar 5.4



Gambar 5.4 Grafik Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Pengujian pada variasi ho/hm = 0,6

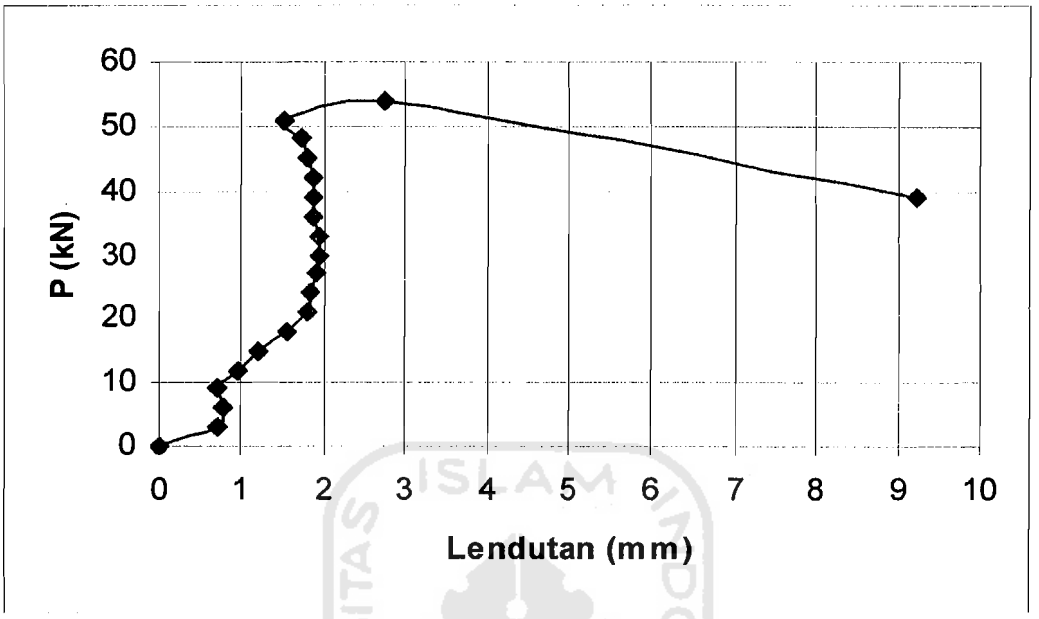
Berdasarkan gambar grafik diatas pada variasi ho/hm=0.6 tampak bahwa nilai lendutan berubah tidak sebanding dengan bertambahnya beban (Pcr) hasil regresi, perubahan tersebut terjadi secara acak.

Dari data hasil pengujian Tabel 5.3 sampel II dengan variasi ho/hm = 0,4 dapat dianalisis dengan menggunakan hasil regresi kekuatan kolom tersusun dengan batang melintang dan diagonal dengan jarak ho/hm bervariasi dapat dilihat pada Tabel 5.8b

Tabel 5.8b Hasil Regresi Kekuatan Kolom

Sampel II variasi ho/hm = 0,4		
Lendutan (mm)	Pcr (kN)	Pcr Reg (kN)
0	0	0
0,72	3	14,824
0,79	6	16,159
0,71	9	14,632
0,94	12	18,958
1,21	15	23,778
1,55	18	29,452
1,78	21	33,039
1,83	24	33,792
1,9	27	34,830
1,94	30	35,415
1,93	33	35,269
1,88	36	34,535
1,86	39	34,239
1,85	42	34,091
1,79	45	33,190
1,71	48	31,969
1,53	51	29,130
2,74	54	45,826
9,24	39	39,656

Dari data Tabel 5.8b dapat di buat grafik beban kritis hasil pengujian seperti Gambar 5.5



Gambar 5.5 Grafik Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Pengujian pada variasi ho/hm = 0,4

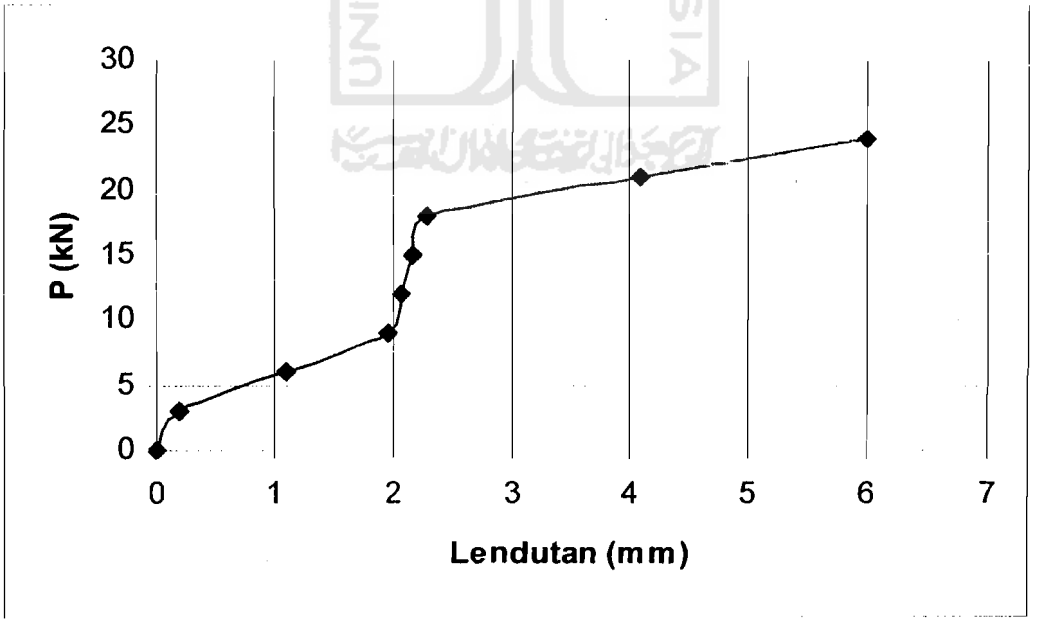
Berdasarkan gambar grafik diatas pada variasi ho/hm=0.4 tampak bahwa nilai lendutan berubah tidak sebanding dengan bertambahnya beban (Pcr) hasil regresi, perubahan tersebut terjadi secara acak.

Dari data hasil pengujian Tabel 5.3 sampel III dengan variasi ho/hm = 0,2 dapat dianalisis dengan menggunakan hasil regresi kekuatan kolom tersusun dengan batang melintang dan diagonal dengan jarak ho/hm bervariasi dapat dilihat pada Tabel 5.8c

Tabel 5.8c Hasil Regresi Kekuatan Kolom

Sampel III variasi ho/hm = 0,2		
Lendutan (mm)	Pcr (kN)	Pcr Reg (kN)
0	0	0
0,2	3	1,483
1,1	6	7,580
1,95	9	12,469
2,09	12	13,194
2,17	15	13,597
2,29	18	14,189
4,08	21	21,014
5,99	24	24,168

Dari data Tabel 5.8c dapat di buat grafik beban kritis hasil pengujian seperti Gambar 5.4



Gambar 5.6 Grafik Beban Kritis (P_{cr}) Hasil Pengujian pada variasi ho/hm = 0,2

Berdasarkan gambar grafik diatas pada variasi ho/hm=0.2 tampak bahwa nilai lendutan berubah tidak sebanding dengan bertambahnya beban (Pcr) hasil regresi, perubahan tersebut terjadi secara acak.

5.2.2. Perhitungan Teoritis dengan Metode Friedich Bleich

Tegangan kritis (Fcr) secara teori dapat ditentukan berdasarkan kekuatan kolom menahan tekuk keseluruhan dengan menggunakan persamaan tekuk. Tekuk dapat terjadi dikarenakan besarnya beban yang diberikan. Semakin lebar batang perangkai, maka kekuatan kolom akan semakin besar, tetapi semakin panjang jarak antar perangkai maka kekuatan kolom akan berkurang sehingga dapat terjadi tekuk (*all buckling*) Persamaan yang digunakan untuk mengetahui tegangan kritis (Fcr) pada Friedich Bleich (1952) adalah persamaan 3.43

$$P_{cr} = \mu \frac{\pi^2 E_t I_m}{l^2} \qquad (3.43)$$

dengan μ :

$$\mu = \frac{1 + 4k_1^2}{4\pi^2}\left(\frac{l}{a}\right)^2 = \frac{1 + 4k_1^2}{\pi^2}\left(1 - \frac{h_0}{h_m}\right)^2 \qquad (3.44)$$

Kolom sampel 1 (ho/hm = 0,6) menggunakan 4 profil siku 25 x 25 x 3 mm, $A_{tunggal}$ = 96 mm^2, A_{gab} = 384 mm^2, E = 200000 Mpa, L = 2000 mm, I_{max} = 99,1 mm^4

Maka :

$$P_{cr} = 0{,}749\frac{\pi^2 * 200000 * 99{,}1}{2000^2} = 21{,}94N$$

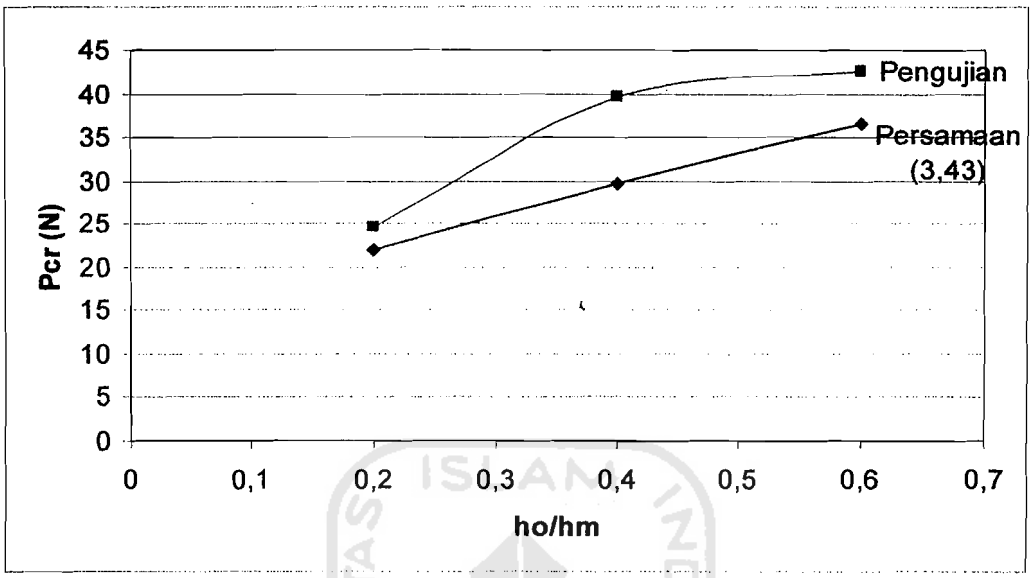
Tabel 5.9 Hasil Perhitungan Persamaan Friedich Bleich (1952)
Untuk Mengetahui Beban Kritis (Pcr)

Sampel	ho/hm (mm)	μ	E (Mpa)	I (mm^4)	L (mm^2)	Pcr (N)
1	0,6	0,749	200000	99,1	2000	21,94
2	0,4	0,61	200000	99,1	2000	29,80
3	0,2	0,449	200000	99,1	2000	36,59

Tabel 5.10 Hasil Perbandingan Persamaan (3.43) dan Pengujian

Benda uji ho/hm	Pcr (N)	
	Persamaan (3.43)	Pengujian
0,2	21,94	24,1681
0,4	29,80	39,6556
0,6	36,59	42,5471

Perbandingan beban kritis hasil pengujian dengan beban kritis teoritis (pers 3.43) menunjukkan bahwa nilai beban kritis hasil penujian lebih kecil di bandingkan denganm nilai beban kritis teoritis (pers 3.43). Data dari Tabel 5.10 dapat ditampilkan dalam bentuk grafik perbandingan beban kritis (Pcr Persamaan 3.43) dengan beban kritis (Pcr) hasil pengujian, seperti pada Gambar 5.7



Gambar 5.7 Grafik Perbandingan Beban Kritis (P_{cr}) teori Dan Beban Kritis (P_{cr}) Hasil pengujian.

Dari Gambar 5.7 tampak bahwa beban kritis pengujian yang terjadi berada diatas beban kritis pada teori Friedich Bleich (1952). Dikarenakan nilai momen inersia yang terjadi juga besar sehingga menghasilkan nilai P_{cr} yang juga besar. Dengan adanya pengujian ini, dapat di pergunakan untuk variasi bentuk kolom karena dapat mencapai kekuatan yang besar sehingga pengujian ini dapat di lanjutkan dengan menggunakan batang-batang perangkai yang lebih besar sehingga dapat mencapai hasil yang lebih maksimum.

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

6.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini (kolom simetris tersusun non prismatis) adalah meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Kuat tekan kolom tersusun non prismatis dari profil siku dengan perangkai diagonal dan horizontal dipengaruhi oleh nilai ho/hm, semakin besar nilai ho/hm maka nilai beban kritis (Pcr) semakin kecil.
2. Beban kritis kolom tersusun non prismatis teori Friedich Bleich memiliki kekuatan yang lebih kecil dibanding dengan hasil pengujian.
3. Kegagalan kolom tersusun non prismatis mengalami tekuk keseluruhan (*all buckling*). Semakin langsing bentuk kolom, kegagalan kolom lebih mudah terjadi.

6.2 Saran

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan beserta kesimpulan sebelumnya, maka disarankan:

1. Batang perangkai yang digunakan diusahakan tidak terlalu tipis agar kolom yang diuji tidak bergerak kekakanan atau kekiri yang menyebabkan terjadinya *buckling*.

2. Benda uji yang digunakan kurang banyak, sehingga data yang diperoleh dari hasil pengujian masih kurang.
3. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat dibandingkan hal-hal sebagai berikut:
    a) Pengaruh jarak batang perangkai terhadap kuat tekan kolom simetris tersusun non prismatis dari baja tulangan.
    b) Perlu diadakan penelitian dengan bentuk penampang sama, tetapi menggunakan dimensi yang berbeda.
    c) Perlu diadakan penelitian kolom dengan kelangsingan yang lebih besar.

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, Hans 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

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

UNTUK MAHASISWA

KARTU PESERTA TUGAS AKHIR

NO	N A M A	NO.MHS.	BID.STUDI
1.	Rini Harjani	01 511 068	Teknik Sipil
JUDUL TUGAS AKHIR			
Perilaku Tekan Kolom Tersusun Non Prismatis Dengan Perangkat Diagonal			

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 , 21-Mar-06
a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Catatan	:
Seminar	:
Sidang	:
Pendadaran	:

CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

ɔ	TANGGAL	CATATAN KONSULTASI	TANDA TANGAN

FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
JL.KALIURANG KM.14,4 TELP.895042
EMAIL : FTSP.UII.AC.ID JOGJAKARTA KODE POS 55584

FM-UII-AA-FPU-09

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.	Rini Harjani	01 511 068	Teknik Sipil
JUDUL TUGAS AKHIR			
Perilaku Tekan Kolom Tersusun Non Prismatis Dengan Perangkat Diagonal			

Dosen Pembimbing I : Fathkurrohman N,Ir,MT

Dosen Pembimbing II : Fathkurrohman N,Ir,MT



Jogjakarta , 21-Mar-06

a.n. Dekan

Ir.H.Munadhir, MS

Catatan	:	
Seminar	:	
Sidang	:	
Pendadaran	:	

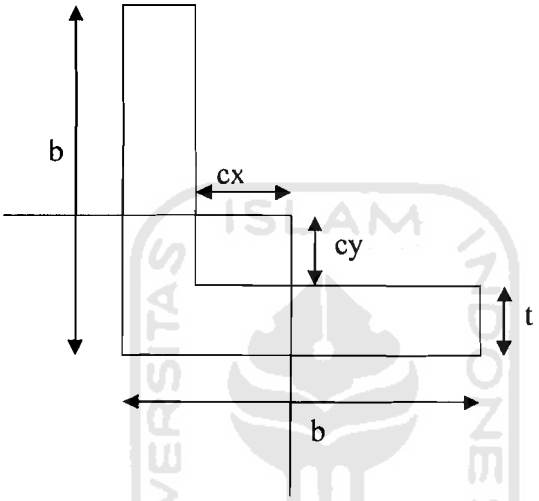
CATATAN KONSULTASI TUGAS AKHIR

IO	TANGGAL	KONSULTASI KE :	TANDA TANGAN
		Per = $\frac{\pi^2 EI}{(KL)^2}$ R. Ulun (Euler) - Efek Geser pada Solid - Gaya prismatis - Gaya non prismatis 1 = (hipotesis) Per sebagai variasi apa Per M = efek non Prismatis Seminar Proposal Bawa Cara seminar Buku Cap komplit 8/8-2016 28/8-2016 Tugas ↪ kesimpulan Sidang 22/9-2016	14/04 2016 9/05-2016

LAMPIRAN 2

PERHITUNGAN SIFAT PENAMPANG

Perhitungan sifat penampang profil tunggal 25 x 25 x 2 mm



A = b x t + (b-t) x t

= 25 x 2 + (25-2) x 2 = 96 mm^2

cx = cy

Statis momen terhadap sisi bawah

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

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

= 6,9896 mm

cx = cy = 6,9896– 3 = 4,9896 mm

Ix = Iy

= (1:12)*b³*t + b*t*(0,5t + (cx atau cy))² + (1:12)*b*t³ + (b-t)*t*(0,5t + (cx atau cy))²

= (1:12)*25³*2 + 25*2*(0,5*2 + 4,9896)² + (1:12)*25*2³ + (25-2)*2*(0,5*2+ (4,9896)²

= 6064,8629 mm⁴

$$rx = ry = \sqrt{\frac{(Ixatauly}{A}} = \sqrt{\frac{6064\ ,8629}{96}}$$

= 7,95 mm

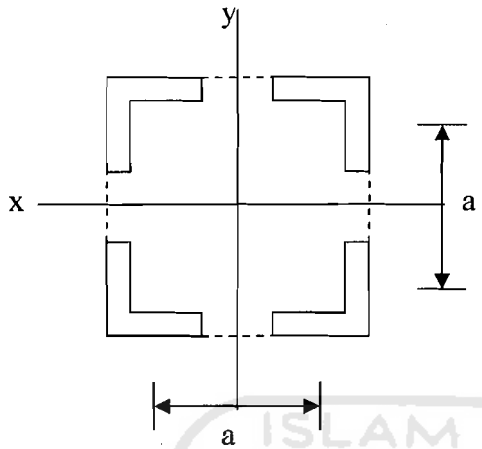
$$I_{max} = \frac{Ix + Iy}{2} + \sqrt{\left(\frac{Ix - Iy}{2}\right)^2 + \left(\sum x.y.A\right)^2}$$

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

$= 9513,68\ mm^4$

$$i_{max} = = \frac{I_{max}}{A} = \frac{9513\ ,68}{96} = 99\ ,1\ mm^4$$

Perhitungan sifat penampang profil tunggal gabungan a = 480 mm



$A = 4 \times A_{tunggal}$

$= 4 \times 96$

$= 384\ mm^2$

$Ix_{gab} = Iy_{gab}$

$= 4\ (Ix = Iy) + 4\ (A_{tunggal} * 0{,}5\ a)^2$

$= 4 * 6064{,}8629 + 4 * (96 * (240 - 6{,}9896)^2)$

$= 30582961{,}77\ mm^4$

$$rx_{gab} = ry_{gab} = \sqrt{\frac{20873096\ \ ,51}{384}} = 232{,}86\ mm$$

Perhitungan dimensi profil tunggal gabungan a = 380 mm

$A = 4 \times A_{tunggal}$

$= 4 \times 96$

$= 384\ mm^2$

$Ix_{gab} = Iy_{gab}$

$= 4\ (Ix = Iy) + 4\ (A_{tunggal} * 0{,}5\ a)^2$

$= 4*6064{,}8629 + 4 * (96 * (190 - 6{,}9896)^2)$

$= 12885497{,}15\ mm^4$

$$rx_{gab} = ry_{gab} = \sqrt{\frac{12885497\ ,15}{384}} = 183{,}1829\ mm$$

Perhitungan dimensi profil tunggal gabungan a = 330 mm

$A = 4 \times A_{tunggal}$

$= 4 \times 96 = 384\ mm^2$

$Ix_{gab} = Iy_{gab}$

$= 4\ (Ix = Iy) + 4\ (A_{tunggal} * 0{,}5\ a)^2$

$= 4 * 6064{,}8629 + 4 * (96 * (165 - 6{,}9896)^2)$

$= 9611697{,}471\ mm^4$

$$rx_{gab} = ry_{gab} = \sqrt{\frac{9611697\ ,471}{384}} = 158{,}2102\ mm$$

Perhitungan dimensi profil tunggal gabungan a = 280 mm

$A = 4 \times A_{tunggal}$

$= 4 \times 96 = 384\ mm^2$

$Ix_{gab} = Iy_{gab}$

$= 4\ (Ix = Iy) + 4\ (A_{tunggal} * 0{,}5\ a)^2$

$= 4 * 6064{,}8629 + 4 * (96 * (140 - 6{,}9896)^2)$

$= 6817897{,}791\ mm^4$

$$rx_{gab} = ry_{gab} = \sqrt{\frac{6817897\ \ ,791}{384}} = 133{,}2476\ mm$$

Perhitungan dimensi profil tunggal gabungan a = 180 mm

$A = 4 \times A_{tunggal}$

$= 4 \times 96$

$= 384\ mm^2$

$Ix_{gab} = Iy_{gab}$

$= 4\ (Ix = Iy) + 4\ (A_{tunggal} * 0{,}5\ a)^2$

$= 4 * 6064{,}8629 + 4 * (141 * (90 - 6{,}9896)^2)$

$= 2670298{,}431\ mm^4$

$$rx_{gab} = ry_{gab} = \sqrt{\frac{2670298\ \ ,431}{384}} = 83.39\ mm$$

Perhitungan dimensi profil tunggal gabungan a = 80 mm

$A = 4 \times A_{tunggal}$

$= 4 \times 96$

$= 384\ mm^2$

$Ix_{gab} = Iy_{gab}$

$= 4\ (Ix = Iy) + 4\ (A_{tunggal} * 0{,}5\ a)^2$

$= 4 * 6064{,}8629 + 4 * (141 * (40 - 6{,}9896)^2)$

$= 442699{,}0707\ mm^4$

$$rx_{gab} = ry_{gab} = \sqrt{\frac{442699\ ,0707}{384}} = 33{,}9538\ mm$$

Tabel perhitungan dimensi profil tunggal gabungan

Luasan Pelat (A)	Statis Momen	cx = cy (mm)	Ix = Iy (mm^4)	rx = ry (mm)	a (mm^4)	Luasan Pelat (A_{gab})	$Ix_{gab} = Iy_{gab}$ (mm^4)	$rx_{gab} = ry_{gab}$ (mm)
141	6,9896	4,9896	6064,8629	7,95	480	384	20873096,51	233,15
141	6,9896	4,9896	6064,8629	7,95	380	384	12885497,15	183,18
141	6,9896	4,9896	6064,8629	7,95	330	384	9611697,47	158,21
141	6,9896	4,9896	6064,8629	7,95	280	384	6817897,79	133,25
141	6,9896	4,9896	6064,8629	7,95	180	384	2670298,43	83,39
141	6,9896	4,9896	6064,8629	7,95	80	384	442699,07	33,95

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.

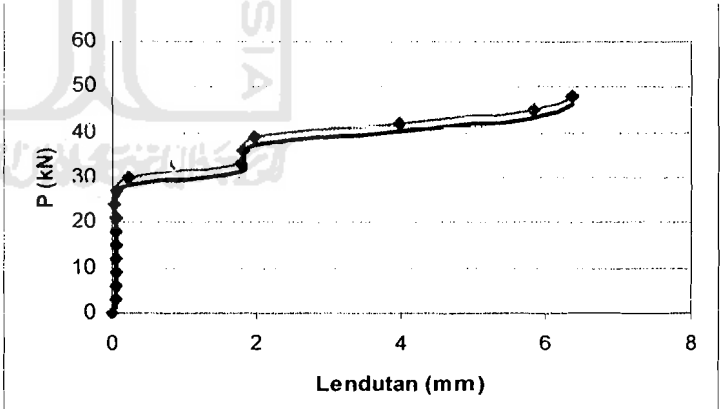
Perhitungan sampel kolom I

$$y = -2{,}6905 * x^2 + 23{,}785 * x$$

$$= -2{,}6905 * 0{,}06^2 + 23{,}785 * 0{,}06$$

$$= 1{,}417 \text{ kN}$$

Variasi ho/hm = 0,6		
Lendutan (mm)	Pcr (kN)	Pcr Reg (kN)
0	0	0
0,06	3	1,417
0,06	6	1,417
0,06	9	1,417
0,06	12	1,417
0,06	15	1,417
0,06	18	1,417
0,06	21	1,417
0,04	24	0,947
0,05	27	1,183
0,23	30	5,328
1,8	33	34,096
1,82	36	34,377
1,99	39	36,678
3,98	42	52,046
5,84	45	47,143
6,35	48	42,547



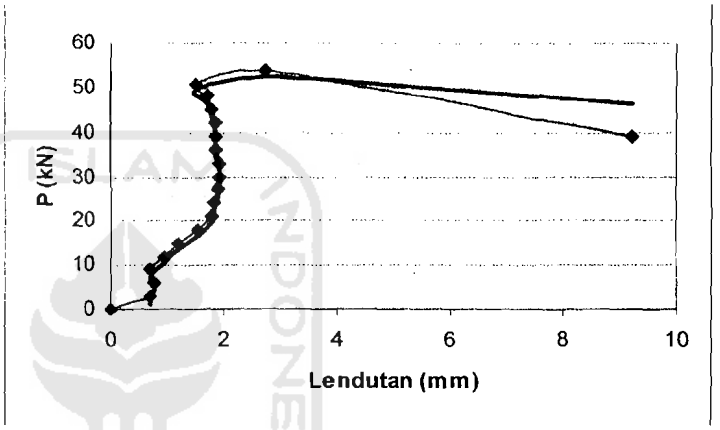
Perhitungan sampel kolom II

$y = -1{,}9128 * x^2 + 21{,}966 * x$

$= -1{,}9128 * 0{,}72^2 + 21{,}966 * 0{,}72$

$= 14{,}828$ kN

Variasi ho/hm = 0,4		
Lendutan (mm)	Pcr (kN)	Pcr Reg (kN)
0	0	0
0,72	3	14,824
0,79	6	16,159
0,71	9	14,632
0,94	12	18,958
1,21	15	23,778
1,55	18	29,452
1,78	21	33,039
1,83	24	33,792
1,90	27	34,830
1,94	30	35,415
1,93	33	35,269
1,88	36	34,535
1,86	39	34,239
1,85	42	34,091
1,79	45	33,190
1,71	48	31,969
1,53	51	29,130
2,74	54	45,826
9,24	39	39,656



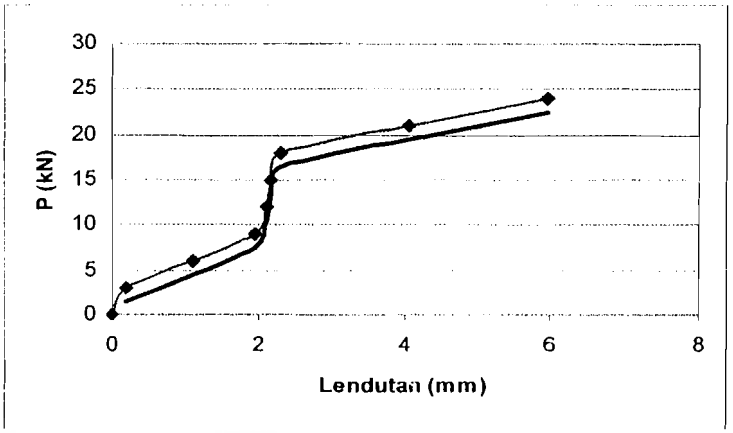
Perhitungan sampel kolom III

$y = -0{,}5841 * x^2 + 7{,}5335 * x$

$= -0{,}5841 * 5{,}99^2 + 7{,}5335 * 5{,}99$

$= 24{,}168$ kN

Variasi ho/hm =0, 2		
Lendutan (mm)	Pcr (kN)	Pcr Reg (kN)
0	0	0
0,2	3	1,483
1,1	6	7,580
1,95	9	12,469
2,09	12	13,194
2,17	15	13,597
2,29	18	14,189
4,08	21	21,014
5,99	24	24,168



Menurut persamaan Euler yang di kemukakan oleh Salmon and Jonshon untuk menetapkan persyaratan desain, kriteria kinerja harus di tentukan. Tekuk lokal secara komponen kolom secara logisdapat di cegah sebelum kolom mencapai kekuatan penuh berdasarkan rasio kerampingan keseluruhan KL/r. Maka persyaratan kinerjanya akan menjadi :

F_{cr} $\geq$ F_{cr}

Elemen Pelat Keseluruhan kolom

Dengan nilai :

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

dimana nilai Poisson Ratio $\mu = 0{,}3$ dan nilai k = konstanta

$$F_{cr} = \frac{1*\pi^2*2*10^5}{12\left(1-0{,}3^2\right)(15/0{,}2)^2} = 32{,}1354 \quad \geq$$

$$F_{cr} = \frac{1*\pi^2*2*10^5}{12\left(1-0{,}3^2\right)(25/0{,}2)^2} = 11{,}5688 * 4 = 46{,}2751$$ tidak OK

Persyaratan yang telah di tentukan tidak memenuhi syarat sehingga pelat mengalami tekuk.

LAMPIRAN 4

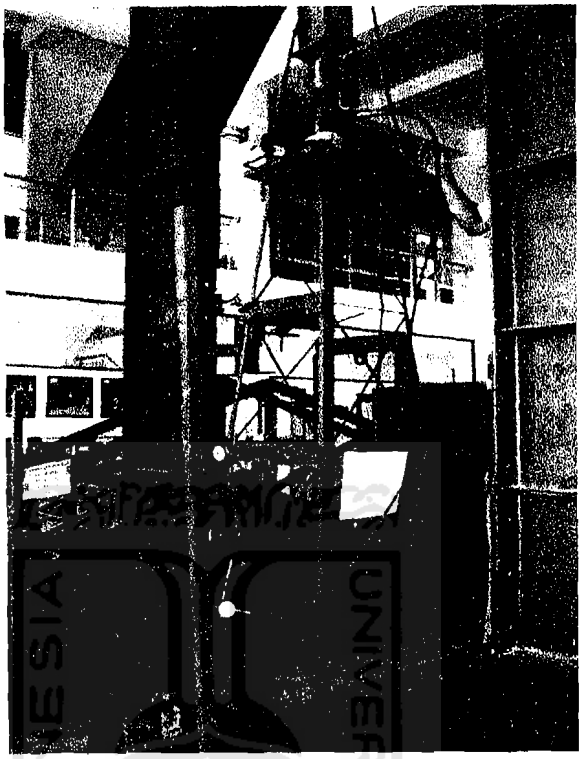


Foto Sampel 1



Foto Sampel 1 mengalami tekuk

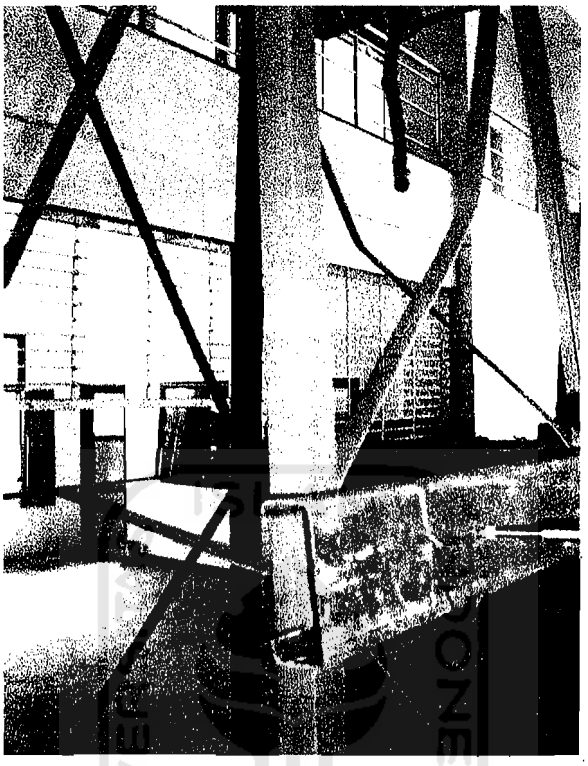


Foto Sampel 1 mengalami tekuk pada perangkai diagonal



Foto Sampel 2



Foto Sampel Mengalami tekuk



Foto sampel 3 mengalami tekuk