PERPUSTAKAAN FTSP UII
TGL. TERIMA : 23 Februari 2007
NO. JUDUL : 002251
NO. INV. : 92000225T001
NO. INDUK :

TUGAS AKHIR

# PRILAKU KOLOM PROFIL C BENTUKAN DINGIN DENGAN VARIASI RASIO LEBAR TERHADAP TINGGI PENAMPANG




*Disusun Oleh* :

**Edy saputra**

No Mhs : 00 511 094

**JURUSAN TEKNIK SIPIL**

**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**

**UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA**

**JOGJAKARTA**

**2006**

MILIK PERPUSTAKAAN
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN
PERENCANAAN UII YOGYAKARTA

# KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَٰنِ الرَّحِيمِ

*Assalamu ' alaikum Wr. Wb.*

Puji syukur kehadirat Allah SWT atas karunia dan rahmat-Nya hingga penyusun dapat melaksanakan serta 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 Dr. Ir. H. Ruzardi, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
2. Bapak Ir. H. Faisol, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia,
3. Bapak Ir. Fatkhurrohman NS, MT., selaku Dosen Pembimbing ,
4. Ir. H. Ilman Moor, MSCE selaku Dosen Penguji
5. Ir. H. Suharyatmo, MT, selaku Dosen Penguji
6. Abah & Uma, pa Zul & Ibu Hayat, Mas Yani & Mpo Lia, Itha & Sigit, Mami & Papi Bob, K'Arfi & mas Eko, Awang & Sari, om Ndut (Adhe)& Rama Vita, Maya Embun Sari, Ssos & Maryana Aalia Mumtaz tercinta,

# LEMBAR PENGESAHAN

# TUGAS AKHIR

# PRILAKU KOLOM PROFIL C BENTUKAN DINGIN DENGAN VARIASI RASIO LEBAR TERHADAP TINGGI PENAMPANG


**Disusun oleh :**

**Edy Saputra**
**00 511 094**


**Telah diperiksa dan disetujui oleh :**

**Fathkurrohman N,Ir.MT**
**Dosen Pembimbing**

**Tgl :** 16 – 11 – 2006

## MOTTO

"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)

# DAFTAR ISI

**Halaman**

**HALAMAN JUDUL**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**MOTO**

**KATA PENGANTAR**

**DAFTAR ISI**

**DAFTAR TABEL**

**DAFTAR GAMBAR**

**DAFTAR LAMPIRAN**

**DAFTAR NOTASI**

**INTISARI**

**BAB I PENDAHULUAN** ..... 1

1.1 Latar Belakang ..... 1

1.2 Rumusan Masalah ..... 2

1.3 Tujuan Penelitian ..... 2

1.4 Manfaat Penelitian ..... 2

1.5 Batasan Masalah ..... 2

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA** ..... 4

**BAB III LANDASAN TEORI** ..... 7

3.1 Kolom Frofil Bentukan Dingin ..... 7

3.1.1 Keruntuhan Akibat Tegangan Leleh Terlampaui ..... 8

3.1.2 Keruntuhan Akibat Tekuk ..... 9

3.13 Nilai Koefisien Tekuk ..... 14

3.2 Elemen Tertekan yang Tidak Diperkuat ..... 21

3.3 Elemen Tertekan Yang diperkuat ..... 23

3.4 Penampang Profil Bentukan dingin ..... 24

3.5 Penampang Lintang Lipped Channnel ..... 26

3.6 Pengaruh Rasio Lebar Terhadap Tinggi ..... 27

3.7 Hipotesis ..... 29

**BAB IV METODOLOGI PENELITIAN ..... 30**

4.1 Metodologi Penelitian ..... 30

4.2 Bahan dan Alat yang digunakan ..... 30

4.2.1 Bahan ..... 30

4.3.2 Peralatan Penelitian ..... 30

4.4 Pembuatan Benda Uji ..... 32

4.5 Pengujian Sampel ..... 34

4.5.1 Pengujian Kuat Tarik Baja ..... 34

4.5.2 Pengujian Tekan Baja ..... 34

**BAB V HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN ..... 35**

5.1 Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja ..... 35

5.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Baja ..... 37

5.2.1 Kurva kuat desak – KL/r Hasil Pengujian ..... 40

5.2.2 Kurva regresi kuat desak –KL/r ..... 42

5.3 Nilai koefisien tekuk ..... 47

5.4 Pembahasan ..... 51

**BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN** ..... 54

6.1 Kesimpulan ..... 54

6.2 Saran ..... 55

**DAFTAR PUSTAKA** ..... 56

**PENUTUP**

# DAFTAR GAMBAR


| | | | Halaman |
|---|---|---|---|
| Gambar | 3.1 | Kolom profil light lipped channel bentukan dingin | 7 |
| Gambar | 3.2 | Batang tertekan | 9 |
| Gambar | 3.3 | Grafik hubungan KL/r – Fa dibeberapa negara | 11 |
| Gambar | 3.4 | Plat tumpuan sederhana | 12 |
| Gambar | 3.5 | Penampang kolom profil channel di pasca tekuk local | 13 |
| Gambar | 3.6 | Profil lipped channel | 14 |
| Gambar | 3.7 | Koefesien tekuk elastis untuk tekanan pada pelat segi empat datar | 17 |
| Gambar | 3.8 | Koefisien tekuk lokal untuk batang tekan penampang I | 19 |
| Gambar | 3.9 | Grafik hubungan koefisien tekuk plat – Rasio h/b | 21 |
| Gambar | 3.10 | Grafik tegangan ijin untuk elemen tertekan tanpa pengaku | 21 |
| Gambar | 3.11 | Profil bentukan dingin | 25 |
| Gambar | 3.12 | Profil lipped channel | 26 |
| Gambar | 3.13 | Profil lipped channel 75x35x8x1,2 | 28 |
| Gambar | 3.14 | Profil lipped channel 100x40x8x1,7 | 28 |
| Gambar | 3.15 | Profil Lipped channel 125x40x10x2 | 28 |
| Gambar | 3.16 | Profil lipped channel 150x40x10x2,8 | 28 |
| Gambar | 4.1 | Universal testing material shimatzu UMH 30 | 33 |

| | | | |
|---|---|---|---|
| Gambar | 4.2 | Benda uji kuat tarik | 33 |
| Gambar | 4.3 | benda uji kuat tekan baja | 33 |
| Gambar | 5.1 | Grafik hubungan kuat desak – KL/r (C 75x35x8x1,2) | 40 |
| Gambar | 5.2 | Grafik hubungan kuat desak – KL/r (C 100x40x8x1,7) | 40 |
| Gambar | 5.3 | Grafik hubungan kuat desak – KL/r (C 125x40x10x2) | 41 |
| Gambar | 5.4 | Grafik hubungan kuat desak – KL/r (C 150x40x10x2,8) | 41 |
| Gambar | 5.5 | Regresi hubungan kuat desak – KL/r (C 75x35x8x1,2) | 42 |
| Gambar | 5.6 | Regresi hubungan kuat desak – KL/r (C 100x40x8x1,7) | 42 |
| Gambar | 5.7 | Regresi hubungan kuat desak – KL/r (C 125x40x10x2) | 43 |
| Gambar | 5.8 | Regresi hubungan kuat desak – KL/r (C 150x40x10x2,8) | 43 |
| Gambar | 5.9 | Grafik hubungan kuat desak – KL/r | 44 |
| Gambar | 5.10 | Regresi hubungan kuat desak – KL/r | 44 |
| Gambar | 5.11 | Kurva hubungan Koefisien tekuk – Rasio b/h | 47 |
| Gambar | 5.12 | Kurva hubungan Koefisien tekuk – Rasio b/h | 47 |
| Gambar | 5.13 | Kurva hubungan Koefisien tekuk – Rasio b/h | 50 |

# DAFTAR LAMPIRAN


| | | |
|---|---|---|
| Lampiran | 1 | Hasil uji bahan |
| Lampiran | 2 | Perhitungan batang tekan *light lipped channel* |
| Lampiran | 3 | Perhitungan tekuk distorsi |
| Lampiran | 4 | Perhitungan lebar efektif dan luas efektif |
| Lampiran | 5 | Perhitungan koefisien tekuk |
| Lampiran | 6 | Dokumentasi Pelaksanaan Pengujian |
| Lampiran | 7 | Kartu peserta tugas akhir |

## DAFTAR NOTASI

$A$ = Luas penampang

$A_g$ = Luas bruto

$A_n$ = Luas penampang bersih

$A_{ef}$ = Luas efektif

$h$ = Tinggi badan profil

$b$ = Lebar sayap profil

$d$ = Panjang bibir profil

$C_c$ = Kelangsingan batas

$d$ = Panjang bibir

$E$ = Modulus elastis

$F_{cr}$ = Tegangan kritis

$F_y$ = Tegangan leleh

$I$ = Inersia profil

$K$ = Faktor panjang tekuk

$k$ = Koefisien tekuk pelat

$L$ = Panjang bentang

$L_k$ = Panjang tekuk

$P$ = Beban

$P_{cr}$ = Beban kritis

$Q$ = Faktor bentuk

$Q_a$ = Faktor bentuk elemen tekan diperkuat

$Q_s$ = Faktor bentuk elemen tekan tidak diperkuat

r = Jari-jari inersia

t = Tebal profil

$\lambda$ = kelangsingan

$\mu$ = Angka poison

# BAB I

# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Profil bentukan dingin dibuat dari plat tipis yang dibentuk menjadi profil pada saat plat tersebut dalam keadaan dingin. Salah satu penggunaan baja bentukan dingin ini yaitu pada struktur rangka atap (kuda-kuda). Pada struktur rangka atap terdapat dua elemen struktur yaitu , elemen tarik dan elemen tekan. Elemen tekan pada struktur rangka atap bisa dianggap sebagai kolom. Penampang baja bentukan dingin tersebut yang lazim digunakan pada struktur rangka atap adalah profil Lipped Channel (C). Selain itu penggunaan baja bentukan dingin *(cold formed)* sebagai elemen struktur suatu bangunan hanya terbatas untuk elemen struktur yang memikul beban ringan, karena penampang profil bentukan dingin relatif kecil dan elemen penampangnya langsing, sehingga mudah mengalami tekuk. Untuk meminimalisir terjadinya tekuk pada baja bentukan dingin *(cold formed)* sebagai batang tekan yaitu salah satunya dengan memperbesar rasio lebar sayap terhadap tinggi badan penampang *(b/h)*. Rasio *(b/h)* ini akan berpengaruh pada nilai koefisien tekuk pelat *(k)*. Sedangkan koefisien tekuk pelat *(k)* akan berpengaruh pada tegangan kritis ($F_{cr}$) dan $F_{cr}$ akan berpengaruh pada beban kritis ($P_{cr}$). Profil C bentukan dingin memiliki beberapa variasi rasio lebar sayap terhadap tinggi badan penampang (b/h), yang ada dipasaran antara lain : 0,26; 0,32; 0,4; 0,46.

## 1.2 Rumusan masalah

Permasalahan yang dapat dirumuskan dalam penulisan tugas akhir ini adalah berapa besar pengaruh variasi lebar sayap terhadap tinggi penampang yang ada dipasaran terhadap nilai koefisien tekuk pelat profil tersebut.

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian eksperimental adalah :

1. Mengetahui tegangan kritis (Fcr) dan nilai koefisien tekuk (k) dari kolom profil lipped channel bentukan dingin yang memikul beban tekan aksial secara kosentris.
2. Mengetahui perbandingan kapasitas kolom lipped channel bentukan dingin dari masing – masing variasi rasio lebar sayap terhadap tinggi badan penampang

## 1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian eksperimental ini diharapkan mendapat manfaat sebagai berikut :

1. Mengembangkan pengetahuan yang sudah ada khususnya sifat batang tekan profil lipped channel bentukan dingin .
2. Memberikan informasi tentang kapasitas batang tekan profil lipped channel bentukan dingin.

## 1.5 Batasan Masalah

Penelitian eksperimental batang tekan profil lipped channel bentukan dingin di batasi pada masalah berikut:

1. kolom dengan beban tekan aksial secara kosentris.

2. batang tumpuan sederhana (sendi-sendi). Kolom dengan kelangsingan (kL/r) < 50, dimensi batang : 75×35×8×1,2; 100×40×8×1,7; 125×40×10×2 ; 150×40×11×2,8. dengan rasio b/h :0,26 ; 0,32 ; 0,4 ; 0,46 dan rasio tebal badan terhadap tebal sayap = 1
3. Tegangan residu dari bahan tidak ditinjau

# BAB II

# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Pendahuluan

Kolom adalah komponen struktur bangunan yang menerima beban aksial tekan. ***( Salmon dan Johnson,1994).***

Tekuk lokal adalah tekuk yang terjadi pada salah satu elemen penyusun tampang suatu struktur. Tekuk terjadi akibat adanya gaya tekan yang terjadi pada struktur. Tekuk lokal menyebabkan elemen yang tertekuk tidak dapat lagi menanggung penambahan beban dengan kata lain efisiensi penampang berkurang. Keruntuhan akibat tekuk lokal ini terjadi pada batang yang langsing dimana tegangan kritis ( $F_{cr}$ ) yang dimiliki oleh pelat jauh dibawah tegangan lelehnya ( Fy ). ***(Lambert Tall , 1974)***

Kekuatan pelat tergantung pada rasio lebar terhadap tebal (b/t) dan koefisien tekuk pelat k. Semakin besar b/t maka semakin kecil kekuatan pelat, semakin kecil b/t maka semakin besar kekuatan pelat. Semakin besar nilai k maka semakin besar kekuatan pelat, semakin kecil nilai k maka semakin kecil kekuatan pelat. ***(Salmon dan Johnson, 1994)***

Tekuk yang dialami oleh penampang profil *Lipped Channel* terjadi dibeberapa bagian, antara lain (a) tekuk yang terjadi pada sayap, (b) tekuk yang

terjadi pada badan, (c) tekuk yang terjadi pada sayap dan badan .***(J Rhodes dan A C Walker ,1979)***

Secara umum elemen tekan plat dibedakan menjadi dua kategori yaitu, elemen yang diperkuat (elemen yang bertumpu pada dua tepi yang sejajar arah tegangan tekan) dan elemen yang tidak diperkuat (elemen yang bertumpu pada satu tepi dan bebas satu sisi lainnya yang sejajar arah tegangan tekan).***(salmon dan johnson,1994)***.

Untuk batang tekan penampang I, selain dipengaruhi oleh rasio lebar sayap terhadap tinggi profil (b/h), nilai koefisien tekuk (k) juga dipengaruhi oleh rasio tebal sayap terhadap tebal badan (T/t). Semakin besar rasio lebar sayap terhadap tinggi profil (b/h) nilai k semakin besar dengan nilai $k_{maks} = 1$, sehingga kekuatan batang akan meningkat.*( **N.S Trahair** dan **M.A Bradford ,1988)***

Nilai kekakuan terbesar terjadi pada kondisi tumpuan jepi – jepit, sedangkan nilai kekakuan terkecil terjadi pada kombinasi tumpun sederhana dan bebas.***(Lambert Tall, 1974)***

Kekuatan batang tekan dipengaruhi oleh faktor tekuk *(buckling)* atau lenturan mendadak akibat ketidakstabilan, terjadi sebelum kekuatan batang sepenuhnya tercapai.***(Salmon and Johnson, 1994)***

Penampang lintang terbuka, dinding tipis, kolom baja bentukan dingin paling sedikit mempunyai tiga ragam gaya bentuk : tekuk lokal, distorsi, dan tekuk *Euler* (lentur atau lentur-puntir). Amerika utara secara spesifikasi di dalam desain kolom baja bentukan dingin mengabaikan *tekuk lokal interaksi* dan tidak menyediakan suatu koreksi untuk tekuk *distorsi*. Prediksi tegangan tekuk pada

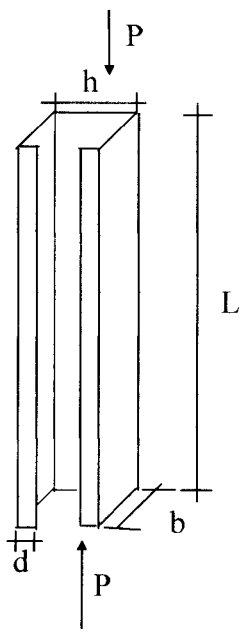
bentuk tertutup untuk gaya lokal, mencakup interaksi unsur-unsur yang dihubungkan dan gaya distorsi, mencakup pertimbangan elastis dan geometri kekakuan pada badan maupun sayap, disajikan dan ditunjukkan dengan metode numerik. Analisa numerik dan eksperimen menandai kapasitas tekuk akhir di dalam gaya distorsi adalah lebih rendah dari gaya lokal. Eksperimen pada bentukan dingin dan kolom yang tersusun menandai adanya *inkonsistensi* dan kesalahan sistematis di dalam metode desain dan memberikan pengesahan untuk metode alternatif. ***(Schafer,1997).***

# BAB III

# LANDASAN TEORI

## 3.1 Kolom profil bentukan dingin

Kolom pada hakekatnya jarang sekali mengalami tekan aksial saja.namun bila pembebanan ditata sedemikian rupa hingga pengekangan (restraint) rotasi ujung dapat diabaikan atau beban dari batang – batang yang bertemu diujung kolom bersifat simetris dan pengaruh lentur sangat kecil dibandingkan tekanan langsung, maka kolom dapat direncanakan dengan aman sebagai kolom yang dibebani secara kosentris.**(Salmon dan Johnson,1994)**. Gambar 3.1 menunjukan profil bentukan dingin yang memikul beban aksial secara kosentris (P). Panjang kolom (L), tinggi penampang (h), lebar sayap penampang (b),dan tebal (t).




**Gambar 3.1** Kolom profil *light lipped channel*

Kolom sering juga disebut sebagai batang tekan. Apabila kolom dibebani secara kosentris maka kolom akan mengalami perubahan bentuk (depormasi),yang akan mengakibatkan keruntuhan kolom atau keruntuhan batang tekan.

Keruntuhan batang tekan dapat dibedakan menjadi 2 kategori, kedua macam keruntuhan tersebut adalah:

1. Keruntuhan yang diakibatkan tegangan lelehnya terlampaui, keruntuhan semacam ini terjadi pada batang tekan yang pendek (*stocky column*) dan penampangnya kompak.
2. Keruntuhan yang diakibatkan oleh tekuk, keruntuhan yang diakibatkan oleh tekuk terdiri dari dua macam, yaitu : (1) tekuk total (*overall buckling)*, batang tekan mengalami tekuk total bila penampang batang kompak dan langsing (KL/r besar); (2) tekuk lokal (*local buckling*), batang yang mengalami tekuk lokal memiliki penampang yang tidak kompak dan elemen penampangnya langsing (rasio b/t besar).

### 3.1.1 Keruntuhan Akibat Tegangan Leleh Terlampaui

Pada keadaan yang umum batang tekan yang pendek dan mempunyai rasio lebar terhadap tebal $(b/t)$ kecil dapat dibebani sampai bahan meleleh atau bahkan sampai daerah pengerasan regangan (*Strain Hardening*). Oleh karena itu keruntuhan akibat tegangan lelehnya terlampaui biasanya dijumpai pada jenis batang dengan karakteristik tersebut. Kapasitas tekan ditentukan sebagai hasil kali tegangan leleh dan luas penampang seperti ditunjukkan oleh Persamaan (3.1). Menurut ***Charles G. Salmon*** **dan** ***Johnson (1994)*** salah satu faktor yang berpengaruh pada kegagalan ini adalah luas penampang dari batang tekan

tersebut. Semakin besar luas penampang melintang batang maka kapasitas tekannya akan semakin meningkat, sehingga risiko untuk keruntuhan ini dapat diminimalisir dan sebaliknya. Biasanya pada kondisi ini $F_{cr} \geq F_y$, sehingga $F_{cr} = F_y$.

$$P_u = A_g \times F_y \tag{3.1}$$

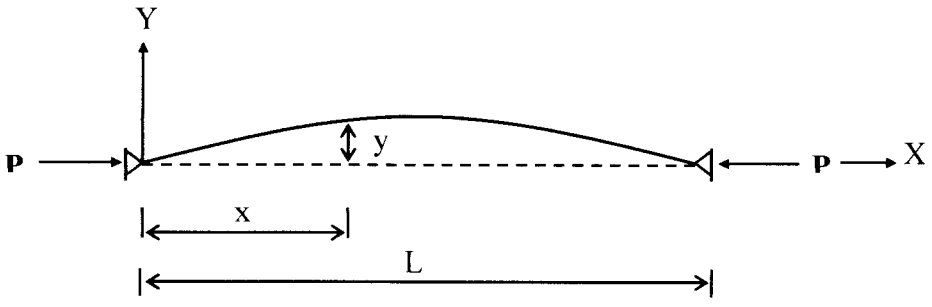
dengan: $A_g$ = luas penampang batang tarik, $F_y$ = tegangan leleh baja.

### 3.1.2 Keruntuhan Akibat Tekuk

Keruntuhan akibat tekuk terdiri dari 2 macam, yaitu : (a) Tekuk total dan (b) Tekuk lokal

a. **Tekuk Total**

Pada keruntuhan akibat tekuk ini, tegangan yang terjadi pada seluruh penampang masih dalam keadaan elastis, sehingga biasa disebut tekuk elastis. Tekuk elastis dikemukakan oleh Leonhard Euler (1744), sebagai berikut:




**Gambar 3.2** Batang tertekan

L= panjang bentang, $\Delta$ = lendutan

Berdasarkan Gambar 3.2, batang tekan yang ditinjau pada titik sejauh x mengalami deformasi lateral sebesar y dapat dihitung menggunakan pendekatan seperti pada Persamaan (3.2a) yaitu persamaan diferensial kurva elastis berikut.

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

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

Persamaan (3.2b) dapat ditulis kembali menjadi

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

Penyelesaian Persamaan (3.2c) menghasilkan beban tekuk Euler *(Euler buckling load),* yaitu

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 EI}{(KL)^2} \tag{3.3}$$

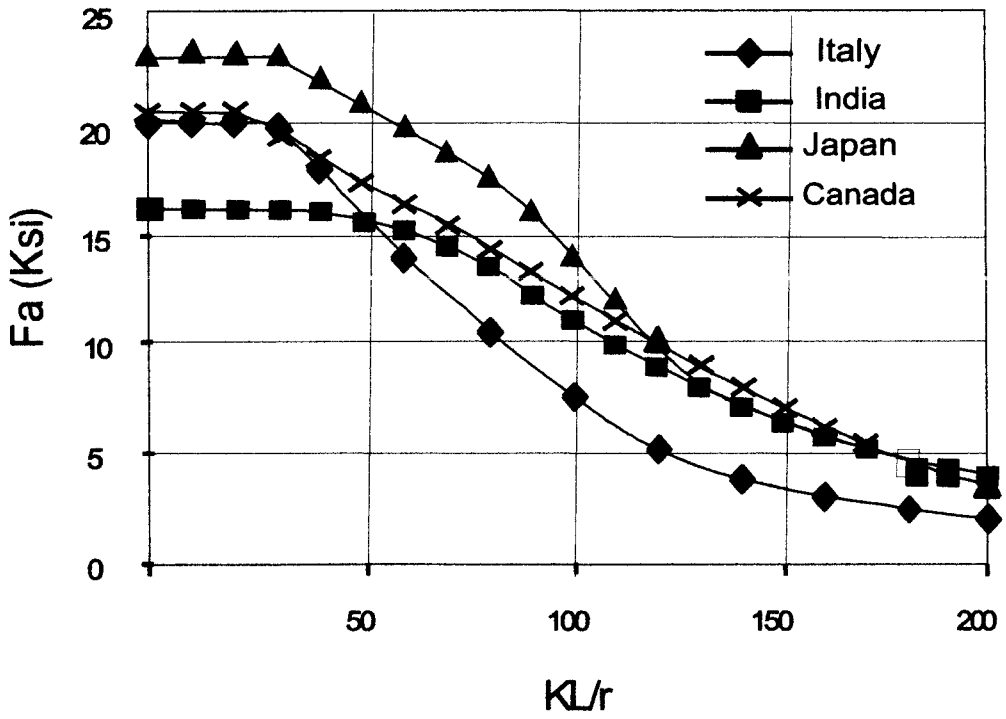
jika ruas kiri dan kanan Persamaan (3.3) dibagi dengan luas penampang (A), maka akan diperoleh tegangan tekan kritis Euler seperti terlihat pada Persamaan (3.4) berikut ini,

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(KL/r)^2} \tag{3.4}$$

dengan: E = modulus elastisitas baja, L = panjang tekuk, dan r = jari-jari inersia minimum $= \sqrt{\frac{I}{A}}$, I = inersia bahan. Berdasarkan Persamaan (3.4) terlihat bahwa tegangan kritis batang tekan berbanding terbalik dengan kuadrat kelangsingan

(KL/r), sehingga semakin langsing batang tekan tegangan kritisnya akan semakin kecil.

Kurva tegangan ijin ($F_a$) fungsi kelangsingan (KL/r) pada kolom di beberapa negara yaitu: Italia, India, Jepang dan Kanada menunjukkan grafik hubungan yang hampir sama seperti terlihat pada Gambar 3.3. Penurunan tegangan ijin batang relatif kecil pada KL/r kecil (0 s/d $\pm 40$), penurunan tegangan ijin batang terjadi besar seiring dengan pertambahan KL/r untuk KL/r $= \pm 40$ sampai dengan $\pm 160$, dan menjadi relatif datar untuk KL/r lebih dari $\pm 160$.



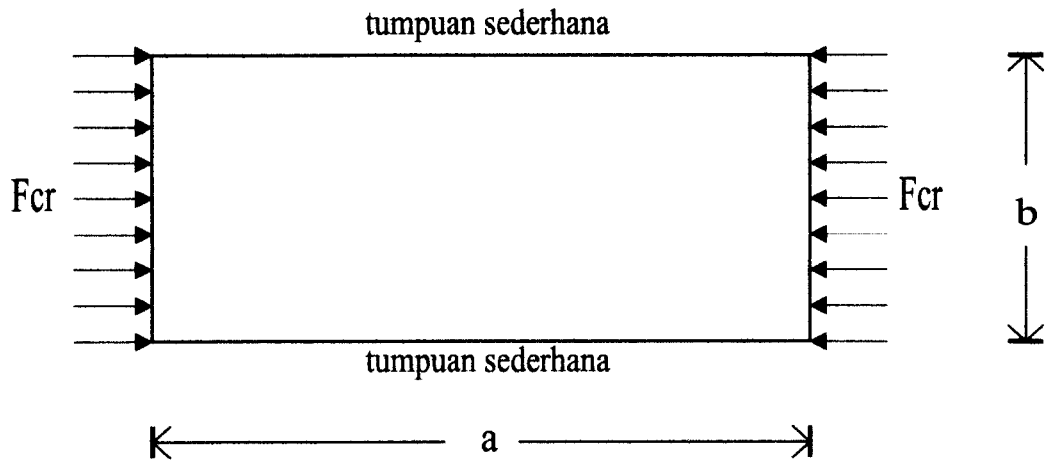

**Gambar 3.3** Grafik hubungan KL/r dengan Fa di beberapa negara (Lambert Tall, 1974)

b. **Tekuk Lokal**

***Lambert Tall (1974)*** mengemukakan tekuk lokal adalah tekuk yang terjadi pada salah satu elemen penyusun tampang suatu struktur yang menyebabkan elemen yang tertekuk tidak dapat lagi menanggung penambahan beban, dengan kata lain efisiensi penampang berkurang. Keruntuhan akibat tekuk lokal ini terjadi pada penampang yang langsing dimana tegangan kritis ($F_{cr}$) yang dimiliki oleh plat jauh di bawah tegangan lelehnya ($F_y$). Pendapat yang sama juga dikemukakan oleh ***Charles G. Salmon*** **dan** ***Johnson (1994)***, tegangan tekuk elastik teoritik atau tegangan kritis plat yang tertekan terlihat pada Gambar 3.4 dan dapat dinyatakan dengan Persamaan (3.5).

$$F_{cr} = k\frac{\pi^2 E}{12\left(1-\mu^2\right)(b/t)^2} \tag{3.5}$$

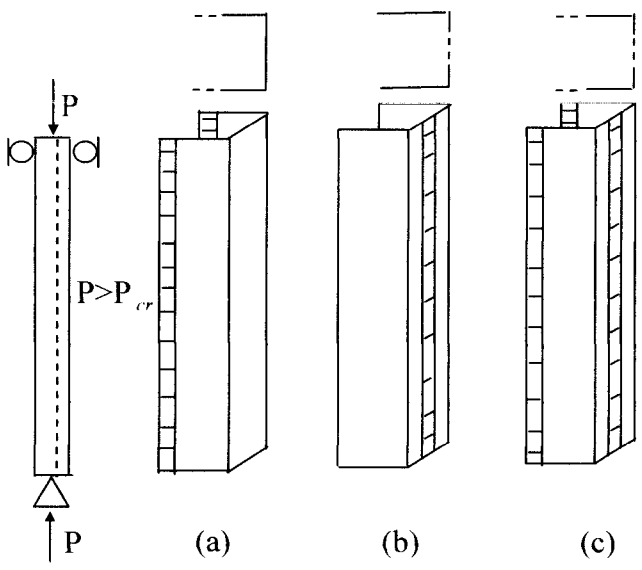
dengan : $F_{cr}$ = tegangan kritis, k adalah koefisien tekuk, $\pi$ = 3,14, E adalah modulus elastisitas baja, $\mu$ adalah rasio poisson = 0,3, dan b/t adalah rasio lebar terhadap tebal plat.



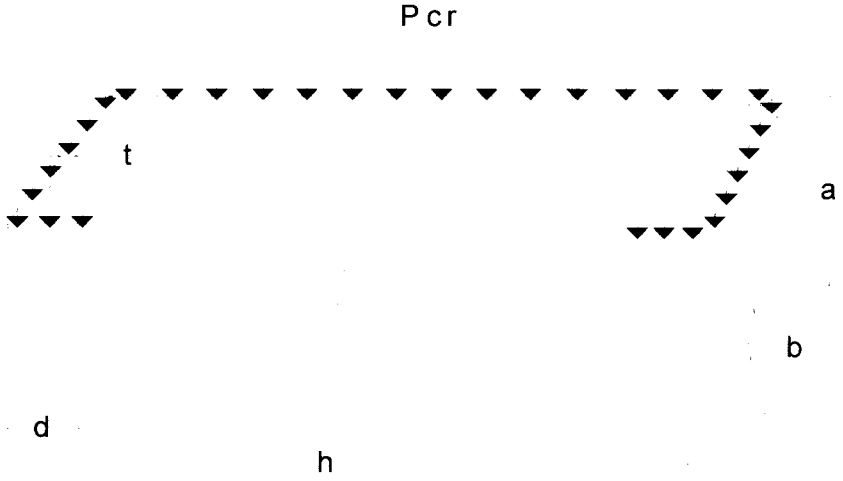

**Gambar 3.4.** Plat tumpuan sederhana

Berdasarkan Persamaan (3.4) tegangan kritis elemen tekan dipengaruhi koefisien tekuk (k) dan rasio lebar terhadap tebal pelat (b/t). Tegangan kritis juga dipengaruhi aspek rasio yaitu rasio panjang terhadap lebar pelat (a/b). Semakin besar aspek rasio dan rasio lebar terhadap tebal pelat (b/t), koefisien tekuk semakin kecil sehingga menyebabkan terjadinya tekuk lokal pada penampang profil di bagian sayap maupun di bagian badan.

Menurut **J Rhodes dan A C Walker (1979)** tekuk yang dialami oleh penampang kolom profil *Channel* terjadi dibeberapa bagian, antara lain (a) tekuk yang terjadi pada sayap, (b) tekuk yang terjadi pada badan, (c) tekuk yang terjadi pada sayap dan badan. Gambar 3.5 menunjukkan penampang profil *Lipped Channel* yang mengalami tekuk.




**Gambar 3.5** Penampang kolom profil *channel* di pasca tekuk lokal




**Gambar 3. 6** Profil *Lipped Channel*

dengan: h = tinggi badan, b = lebar sayap, d = panjang lip, t = tebal profil, E = modulus elastis ($2.10^5$ Mpa), $\mu$ = rasio poisson (0,3)

Ragam interaksi tekuk lokal, antara lain:

**1) Tekuk Lokal Lip**

Bibir profil *lipped channel* dianggap sebagai plat yang salah satu sisinya bebas dan sisi lainnya dianggap sebagai dukungan sederhana. Sesuai dengan notasi pada Gambar 3.6. Tegangan kritis bibir dinyatakan dalam Persamaan (3.6). Nilai rasio panjang terhadap lebar plat (a/b) yang besar dan plat memikul tekanan murni maka nilai koefisien tekuk (k) untuk bibir profil, k = 0,425.

$$F_{cr\,lip} = k_{lip} \cdot \frac{\pi^2 . E}{12.(1-\mu^2)\left(\frac{d}{t}\right)^2} \qquad (3.6)$$

**2) Tekuk Lokal Sayap**

perhitungan tegangan kritis untuk sayap dengan menganggap kedua sisinya sebagai tumpuan sederhana, ditunjukkan oleh Persamaan (3.7) sebagai berikut :

$$F_{crsayap} = k_{sayap} \cdot \frac{\pi^2.E}{12.(1-\mu^2)\left(\frac{b}{t}\right)^2} \qquad (3.7)$$

Untuk rasio panjang terhadap lebar plat (a/b) yang besar dan plat mendapat tekanan murni, maka koefisien tekuk pelat (k) = 4.

**3) Tekuk Lokal Badan**

Tegangan kritis untuk plat badan yang kedua sisinya dianggap sebagai tumpuan sederhana serta rasio panjang terhadap lebar plat (a/b) besar dan menerima tekanan murni, koefisien tekuk pelat (k) = 4, ditunjukkan pada Persamaan (3.8) berikut :

$$F_{cr\ badan} = k_{badan} \cdot \frac{\pi^2.E}{12.(1-\mu^2)\left(\frac{h}{t}\right)^2} \qquad (3.8)$$

Nilai koefisien tekuk plat (k) pada badan, k = 4, maka Persamaan (3.7) dapat digunakan untuk mencari tegangan kritis badan dengan mengganti nilai b dengan nilai h. Sedangkan pada penelitian ini nilai tegangan kritis dipengaruhi nilai beban dibagi luasan, seperti pada persamaan (3.9) berikut :

$$F_{cr} = \cdot \frac{P}{A} \qquad (3.9)$$

### 3.1.3 Nilai Koefisien Tekuk (k)

Nilai koefisien tekuk dari suatu kolom hanya bisa ditinjau pada kolom yang mengalami kerusakan akibat tekuk, baik akibat tekuk menyeluruh maupun akibat tekuk lokal.

Pada kondisi tekuk lokal , nilai k dipengaruhi oleh rasio lebar terhadap tebal (b/t) dan bisa didapat dengan persamaan dibawah ini.

$$k = \frac{F_{cr}.12.(1-\mu^2)(b/t)^2}{\pi^2.E} \tag{3.9}$$

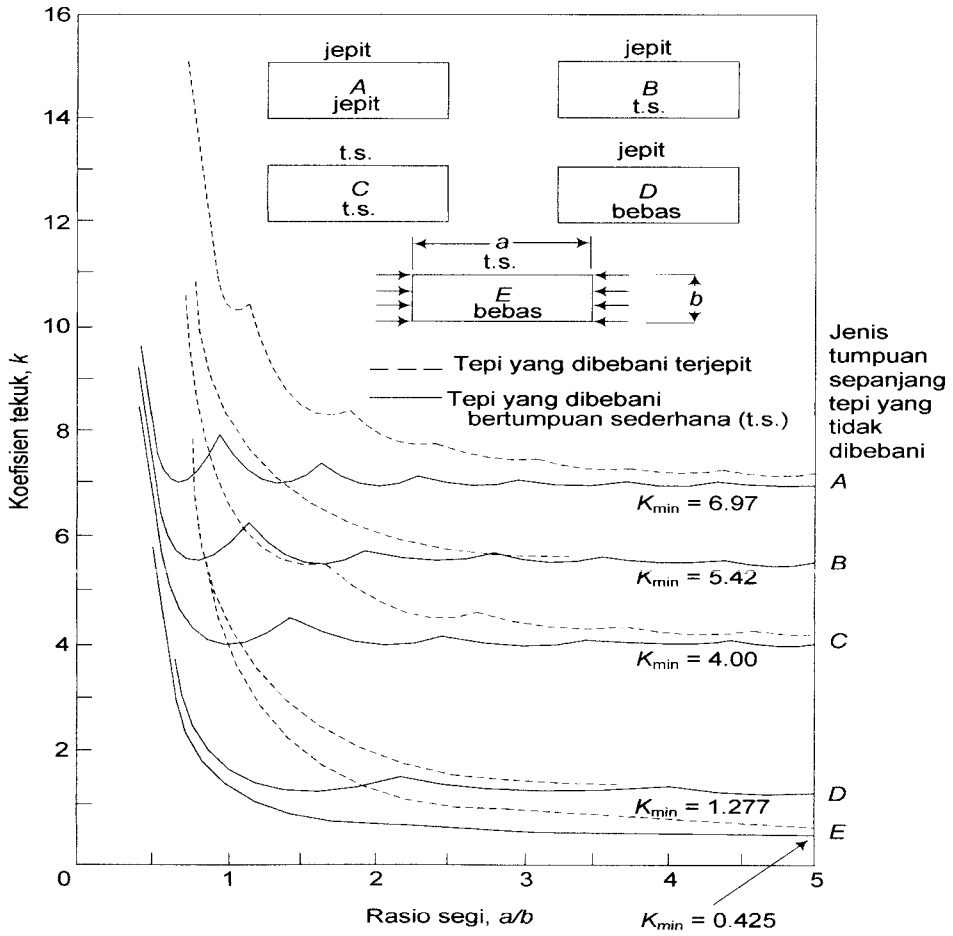
Pada kondisi tekuk total nilai koefisien tekuk (k) dipengaruhi oleh kelangsingan dari batang profil yang dapat diketahui menggunakan Persamaan (3.10). Dari persamaan (3.4) koefisien tekuk k dapat ditulis

$$k = \sqrt{\frac{\pi^2.E}{F_{cr}(L/r)}} \tag{3.10}$$

dimana $F_{cr}$ dinyatakan sebagai gaya batang dibagi luas profil ( $P_{cr}$ / A ). Pada kegagalan akibat tekuk lokal, nilai koefisien tekuk (k) untuk elemen tekan plat dipengaruhi oleh kondisi tepi elemen plat dan rasio panjang terhadap lebar plat (a/b) seperti terlihat pada Gambar 3.4. Nilai koefisien tekuk (k) untuk berbagai kondisi tumpuan elemen plat diberikan pada Gambar 3.7.

Berdasarkan Gambar 3.4 dan Gambar 3.7, nilai rasio panjang terhadap lebar plat (a/b) yang lebih besar dari lima untuk setiap kondisi tumpuan elemen plat, memiliki nilai koefisien tekuk (k) yang hampir konstan dan nilai koefisien tekuk (k) yang digunakan adalah $k_{minimum}$ ($k_{min}$). Untuk plat yang kedua sisinya merupakan tumpuan jepit (A) nilai $k_{min}$ = 6,97, untuk plat yang salah satu sisinya tumpuan sederhana dan sisi lainnya tumpuan jepit (B) nilai $k_{min}$ = 5,42. Sedangkan plat yang kedua sisinya tumpuan sederhana (C) nilai $k_{min}$ = 4, untuk plat yang salah satu sisinya tumpuan jepit dan sisi lainnya bebas (D) nilai $k_{min}$ = 1,277, serta untuk plat yang salah satu sisinya tumpuan sederhana dan sisi lainnya bebas (E) nilai $k_{min}$ = 0,425.

Nilai koefisien tekuk (k) mendekati nilai 0,425 untuk plat yang salah satu sisinya tidak diperkuat, seperti yang dimiliki oleh bibir (*lips*) dan untuk plat yang kedua sisinya ditumpu oleh tumpuan sederhana memiliki nilai k = 4 dimiliki oleh badan. Tampak bahwa nilai k untuk bibir mendekati 1/10 dari nilai k yang dimiliki oleh badan.




**Gambar 3.7** Koefisien tekuk elastis untuk tekanan pada plat segi empat datar (dikutip dari Struktur Baja Disain Dan Perilaku, Salmon dan Johnson (1994)

***Schafer (1997)*** mengemukakan nilai koefisien tekuk (k) untuk tekuk lokal dapat diketahui dengan analisa potongan, terbatas pada sayap tepi dan sayap badan. Sesuai dengan notasi yang digunakan dalam Gambar 3.6 nilai koefisien

tekuk (k) dipengaruhi oleh rasio tinggi terhadap lebar profil ( h/b ). Nilai koefisien tekuk (k) diambil dari nilai koefisien tekuk (k) terkecil hasil perhitungan Persamaan (3.11), Persamaan (3.12), dan Persamaan (3.13), sehingga kekuatan plat akibat tekuk lokal dapat diketahui menggunakan Persamaan (3.5).

**a. Koefisien tekuk Sayap Tepi**

Sesuai dengan notasi Gambar 3.6 nilai koefisien tekuk (k) untuk tekuk lokal sayap tepi dapat dihitung menggunakan Persamaan (3.11) seperti yang dikemukakan oleh ***Schafer (1997)*** berikut,

$$k_{sayap_tepi} = -11{,}07\left(\frac{d}{b}\right)^2 + 3{,}95\left(\frac{d}{b}\right) + 4 \qquad (3.11)$$

**b. Koefisien tekuk Sayap Badan**

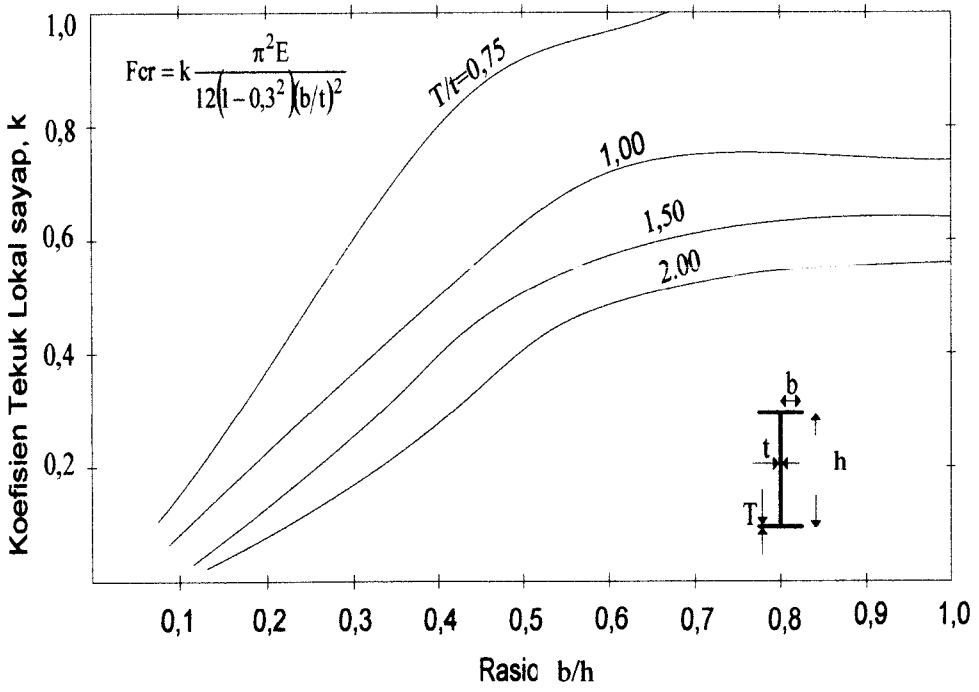
Nilai koefisien tekuk (k) untuk tekuk lokal sayap badan menurut ***Schafer (1997)*** dinyatakan dalam Persamaan (3.12) dan Persamaan (3.13). Dari persamaan-persamaan tersebut jika rasio tinggi badan terhadap lebar sayap (h/b) $\geq$ 1 maka nilai koefisien tekuk (k) $\leq$ 4. Berdasarkan Gambar 7. untuk nilai k = 4 potongan elemen ini dianggap kedua sisinya sebagai tumpuan sendi. Jika h/b < 1 maka nilai k lebih dari 4.

$$k_{sayap_badan} = \left[\left[2 - \left(\frac{b}{h}\right)^{0.4}\right].4.\left(\frac{b}{h}\right)^2\right] \quad \text{jika } \frac{h}{b} \geq 1 \qquad (3.12)$$

$$\left[\left[2 - \left(\frac{h}{b}\right)^{0.2}\right].4\right] \quad \text{jika } \frac{h}{b} < 1 \qquad (3.13)$$

Kerusakan akibat tekuk dapat dicegah dengan memperkecil rasio lebar terhadap tebal pelat (b/t) sehingga meningkatkan koefisien tekuk (k). Nilai-nilai koefisien tekuk elastis k untuk penampang I pada tekanan yang sama ditunjukkan pada Gambar 3.8. Menurut ***N.S Trahair*** dan ***M.A Bradford (1988)***, tegangan tekuk dapat diketahui menggunakan Persamaan (3.5) dengan mengganti tebal pelat sebagai tebal sayap T.

Tampak pada Gambar 3.8 bahwa untuk batang tekan penampang I, selain dipengaruhi oleh rasio lebar sayap terhadap tinggi profil (b/h), nilai koefisien tekuk (k) juga dipengaruhi oleh rasio tebal sayap terhadap tebal badan (T/t). Semakin besar rasio lebar sayap terhadap tinggi profil (b/h) nilai k semakin besar dengan nilai $k_{maks} = 1$, sehingga kekuatan batang akan meningkat




**Gambar 3.8** Koefisien tekuk lokal untuk batang tekan penampang I (N.S Trahair dan M.A. Bradford, 1988)

Nilai-nilai koefisien tekuk k untuk penampang I pada tekanan yang sama ditunjukkan pada Gambar 3.9. ***Menurut Blaic (1952),*** koefisien tekuk dapat diketahui dengan menggunakan persamaan (3.14) dan persamaan (3.15)

$$\sqrt{k} = 2 + \frac{2}{10.\zeta + 4} \; jika \; \frac{h}{t} \leq b\sqrt{k} \tag{3.14}$$

$$\sqrt{k} = 0{,}65 + \frac{2}{3\zeta + 4} \; jika \; \frac{b}{t} \leq h\sqrt{k} \tag{3.15}$$

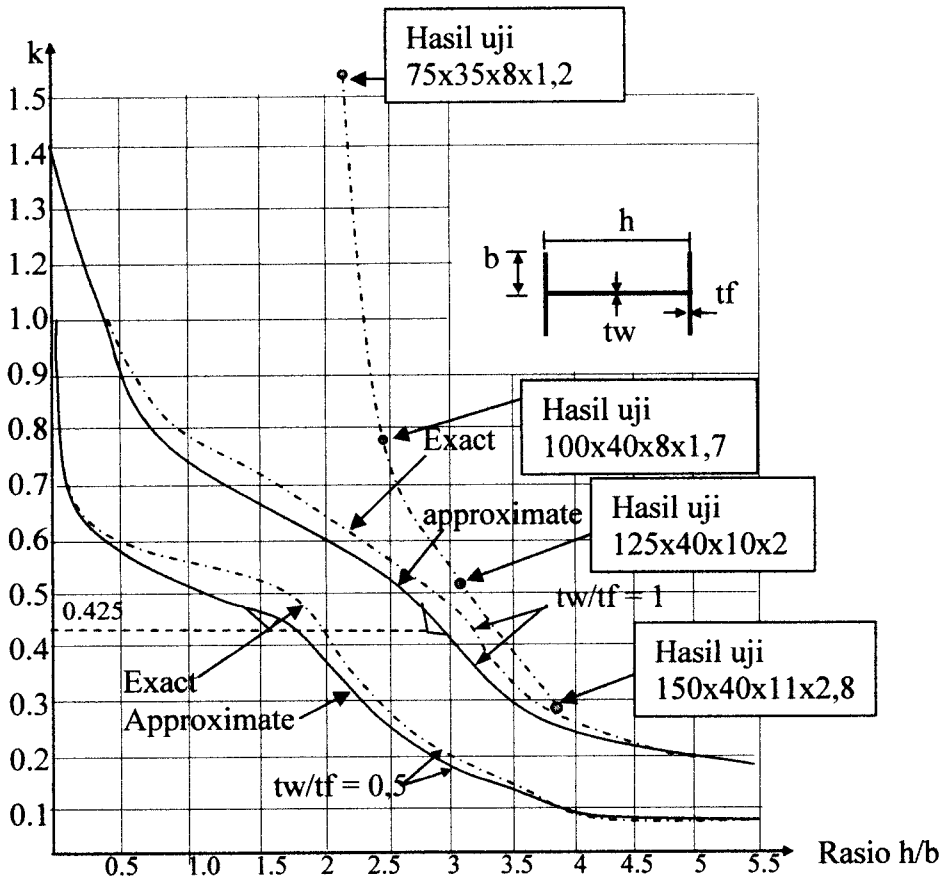
Dimana $\zeta$ = koefisien pengekang *(coeficient of restraint)* dapat dihitung dari persamaan (3.16) dan (3.17)

$$\zeta = 2\frac{t^3}{t_f{}^3} \; \frac{0.16 + 0.0056(h/b)^2}{1 - 9.4\dfrac{t^2}{t_f{}^2}\dfrac{b^2}{h^2}} \; jika \; 9{,}4\frac{t^2 b^2}{t_f{}^2 h^2} \leq 1 \tag{3.16}$$

$$\zeta = \frac{t_f{}^3 h}{t^3 b} \; \frac{1}{1 - 0{,}106\dfrac{t^2}{t_f{}^2}\dfrac{b^2}{h^2}} \; jika \; 9{,}4\frac{t^2 b^2}{t_f{}^2 h^2} \geq 1 \tag{3.17}$$

Dimana $t_f$ = tebal sayap, h = tinggi badan dan b = lebar sayap. Gambar (3.9) menunjukan hubungan antara nilai k dengan rasio h/b dengan rasio ketebalan $\frac{t_w}{t_f} = 1$ dan $\frac{t_w}{t_f} = 0.5$. Garis putus-putus menunjukan nilai kebenaran(exact) dan garis tebal menunjukan nilai perkiraan(approximate). Dengan persamaan tegangan kritis( $P_{cr}$) menggunakan persamaan (3.18). Dan nilai k menggunakan persamaan (3.14) dan (3.15)

$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E \sqrt{\tau}}{12 - (1 - \nu^2)} \left(\frac{t_f}{b}\right)^2 k \tag{3.18}$$




**Gambar 3.9.**Hubungan nilai koefisian tekuk pelat dengan rasio h/b
(dikutip dari buku Bleich (1952))

## 3.2 Elemen – elemen tertekan yang tidak diperkuat

Elemen – elemen pelat yang tidak diperkuat memiliki pengaruh yang besar pada perubahan bentuk atau depormasi dipusat pasca tekuk dan kekuatannya memungkinkan untuk dibentuk oleh tegangan tekuk.

Perkembangan tekanan yang menitikberatkan pada elemen – elemen plat tanpa pengaku digambarkan pada gambar 3.10. Garis tebal pada kurva menggambarkan kekuatan dari tekuk. Garis kurva ini terdiri dari tiga bagian. **(Lambert Tall, 1974)** Yaitu :

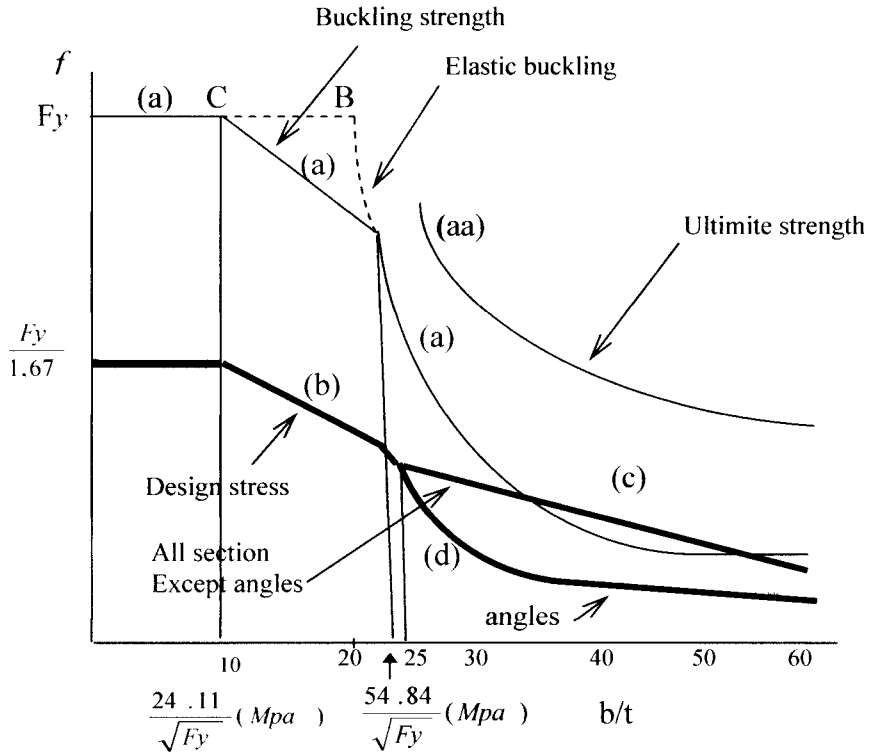
1. $0 < b/t < \frac{24,11}{\sqrt{Fy}}(Mpa)$ ; $Fu = Fy$, yaitu plat tidak menekuk sebelum mencapai titik patah.

2. $\frac{24,11}{\sqrt{Fy}}(Mpa) < b/t < \frac{54,84}{\sqrt{Fy}}(Mpa)$ ; kurva transisi garis lurus. Perbedaan pada bagian – bagian profil canai panas, penurunan tidak begitu besar dipangaruhi oleh tegangan residu. Dibagian ini plat – plat menekuk secara tak elastis dan pada intinya tidak memiliki kekuatan pasca penekukan.

3. $b/t < \frac{54,84}{\sqrt{Fy}}(Mpa)$ ; plat – plat menekuk secara elastis. Karena pada kebanyakan kasus plat kembali meregang satu sama lainnya,disini dipakai koefisien tekuk suatu plat 0,5. garis lurus ini sedikit lebih tinggi 0, 425 dari garis yang digunakan pada plat – plat yang hanya didukung disatu sisi tepi plat. Jarak plat ini menunjukkan adanya peningkatan kekuatan pasca penekukan yang terlihat pada perbedaan antara garis (kurva a) dan (kurva aa).

Kekuatan akhir kurva (aa) dihitung dari persamaan (3.19), yang memberi lebar efektif.

$$\frac{b_e}{b} = 1,19\sqrt{\frac{Fcr}{fmaks}}\left(1 - 0,30\sqrt{\frac{Fcr}{fmaks}}\right) \qquad (3.19)$$




**Gambar 3.10.** Tegangan ijin untuk elemen – elemen tertekan tanpa pengaku. (Countery of AISI)

## 3.3 Elemen – elemen tertekan yang diperkuat

Elemen- elemen yang dikakukan atau diperkuat (plat – plat yang ditunjang dikedua tepinya) meningkatkan kekuatan pasca penekukan tanpa penyimpangan berlebihan, dan desainnya didasarkan pada kekuatan pasca penekukan ini memakai konsep lebar efektif **(Lambert Tall,1974)**. Rumus perhitungan lebar efektif diberikan pada persamaan 3.20.

$$\frac{b_e}{b} = \frac{849{,}7}{\sqrt{f}}\left(1 - \frac{185}{(b/t)\sqrt{f}}\right) \qquad (3.20)$$

Dimana $f_{maks}$ adalah tegangan tepi. $f_{maks}$ diambil sebagai pambagi secara keseluruhan diatas lebar efektif.

Seperti persamaan 3.20, lebar efektif bukan hanya tergantung pada rasio lebar terhadap tebal saja melainkan juga pada tegangan tepi ($f_{maks}$). Dari persamaan 3.20 dengan asumsi $b_e = b$ maka didapat persamaan,

$$\frac{b}{t} = \frac{576}{\sqrt{f_{max}}} \tag{3.21}$$

Dari persamaan 3.21 bila b/t < 60 maka

$$\frac{b_e'}{t} = \frac{b_e}{t} - 0{,}10\left(\frac{b}{t} - 60\right) \tag{3.22}$$

Bila 60 < b/t < 90 maka

$$A_{efektif} = \left[\left(3 - 2\frac{b}{t}\right) - \frac{1}{30}\left(1 - \frac{b_e'}{b}\right)\left(\frac{b}{t}\right)\right]A \tag{3.23}$$

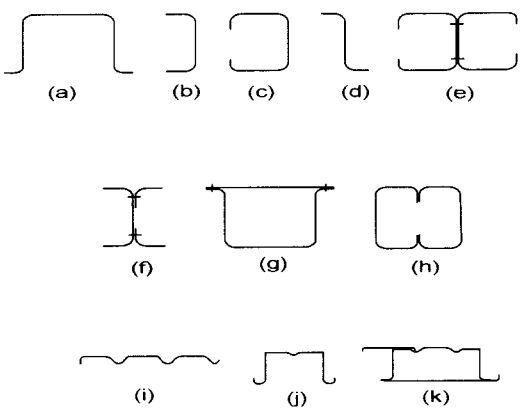
## 3.4 Penampang profil bentukan dingin

Penampang batang (profil) merupakan element struktur yang berpengaruh terhadap penempatan fungsi yang harus dipenuhi oleh struktur, agar sesuai dengan fungsi struktur maka pemilihan penampang harus didasari oleh fungsi dari struktur, dan beban yang harus dipikul.

Penampang batang yang terbuat dari potongan atau baja-pelat bentukan dingin (*cold-formed members*) digunakan secara luas didalam konstruksi. Suatu karakteristik yang baik dari baja bentukan dingin adalah dapat dibentuk ke dalam suatu variasi melintang yang besar dibentuk bersekat-sekat dengan penggunaan peralatan sederhana. Perlindungan dari bagian bentukan dingin untuk melawan terhadap karatan sangat mudah yaitu dengan menggembleng atau lebih baik dilapisi dengan pelat logam sebelum pembuatan. ***(Lambert tall,1974)***

Gambar 3.11 menunjukan profil bentukan dingin ukuran ringan dapat dibedakan menjadi tiga kelompok ***(Lambert Tall,1974)***, yaitu :

1. Bagian a sampai d, bentuk sederhana
2. Bagian e sampai h, bentuk penuh
3. Bagian i sampai k, bentuk panel atau dek.

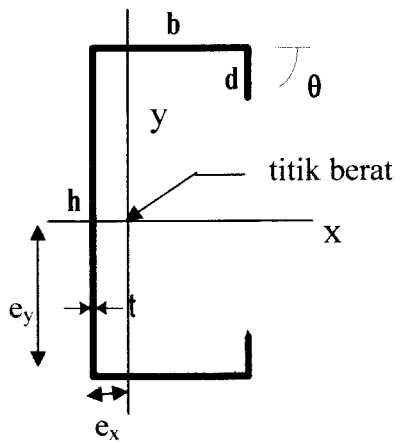



**Gambar. 3.11** Profil bentukan dingin

Pada penelitian ini penampang yang digunankan adalah baja bentukkan dingin dengan profil lipped channel.

## 3.5 Penampang lintang lipped Channel

Sifat penampang (*Section Properties*) dari profil *lipped channel* seperti terlihat pada Gambar 3.12, yang meliputi: (a) luas penampang, (b) momen inersia dan (c) jari-jari inersia, dapat dihitung menggunakan persamaan-persamaan di bawah ini.




**Gambar 3.12 Profil** *Lipped Channel*

luas penampang profil (A)

$$A = t \times (h + 2b + 2d) \tag{3.24}$$

$$e_y = \frac{1}{2}.h \tag{3.25}$$

$$e_x = \frac{b.(b + 2.d)}{h + 2.b + 2.d} \tag{3.26}$$

momen inersia terhadap sumbu X

$$I_x = \frac{1}{12}.t.h^3 + \frac{1}{2}.b.t.h^2 + \frac{2}{3}.d^3.t + \frac{1}{2}.d.t.h^2 - d^2.t.h + \frac{1}{6}.b.t^3 \tag{3.27}$$

momen inersia terhadap sumbu Y

$$I_y = \frac{1}{12}.h.t^3 + \frac{2}{3}.t.b^3 + \frac{1}{6}.d.t^3 + 2.d.t.b^2 - (h.t + 2.b.t + 2.d.t).b^2.\frac{(b+2.d)^2}{(h+2.b+2.d)^2} \quad (3.28)$$

jari-jari inersia terhadap sumbu X

$$i_x = r_x = \sqrt{\frac{I_x}{A}} \quad (3.29)$$

jari-jari inersia terhadap sumbu Y

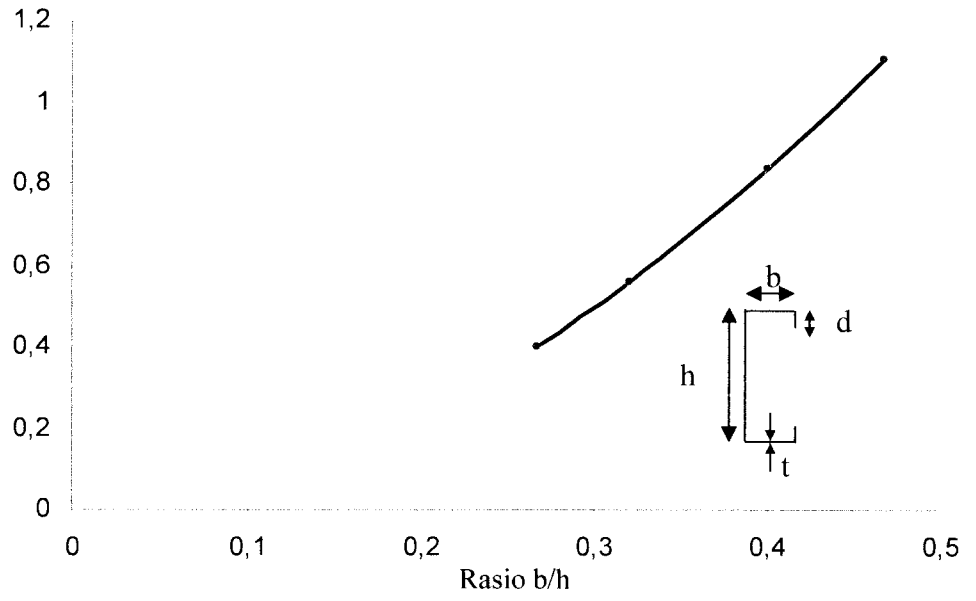
$$i_y = r_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}} \quad (3.30)$$

## 3.6 Pengaruh rasio lebar terhadap tinggi penampang

Rasio lebar sayap terhadap tinggi badan berpengaruh pada koefisien tekuk lokal, jika h/b = 1 maka nilai k = 4. Jika h/b > 1 maka nilai k kurang dari 4 dalam kaitannya dengan tekuk pada badan. Jika h/b < 1 maka nilai k lebih dari 4 dalam kaitannya dengan pengekangan oleh badan pada sayap

Variasi rasio lebar terhadap tinggi penampang ditunjukan pada gambar (3,13; 3,14; 3,15; 3,16)

Gambar 3.17 menunjukan pengaruh nilai rasio lebar terhadap tinggi penampang terhadap nilai koefisaien tekuk pelat (k). Dengan menggunakan persamaan 3.12.




**Gambar 3.17** grafik hubungan b/h – nilai koefisien tekuk pelat(k)

## 3.7 Hipotesis

Berdasarkan kajian dari pustaka dan landasan teori dapat dikemukakan hipotesis sebagai berikut. Bahwa nilai k merupakan fungsi dari rasio b/h dan $F_{cr}$ merupakan fungsi dari nilai k. Sehingga nilai k dan $F_{cr}$ dipengaruhi oleh rasio b/h.

# BAB IV
# METODOLOGI 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 adalah kolom yang menggunakan baja profil *Lipped Channel* bentukan dingin. Dengan variasi dimensi : 75×35×10×1,2 ;100×40×10×1,7 ; 125×40×10×2 ; 150×40×11×2,8 ,dengan kelangsingan batang (kl/r) < 50. panjang batang 10, 20, 30, 40, 50, 60 cm.

### 4.2.2 Peralatan Penelitian

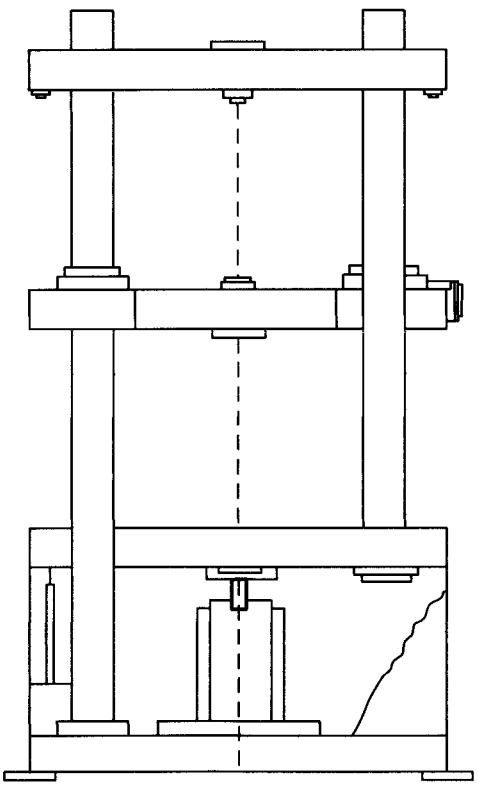
Peralatan-peralatan yang dipergunakan dalam penelitian ini adalah:

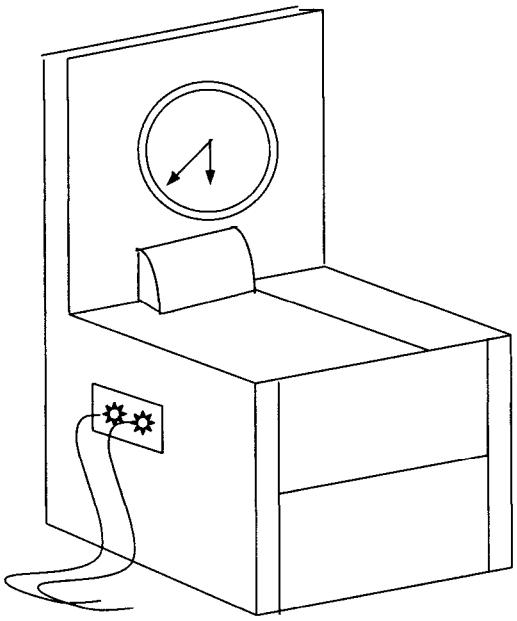
**a. Alat Pengukur**

Alat ukur yang digunakan untuk mengukur dimensi kolom benda uji.

**b. Mesin Uji Tarik dan Uji Tekan**

Digunakan untuk mengetahui kuat tarik baja. Pada penelitian ini digunakan UNIVERSAL TESTING MATERIAL (UTM) merk SHIMATSU type UMH 30, kapasitas 30 ton, seperti pada Gambar 4. 1 :



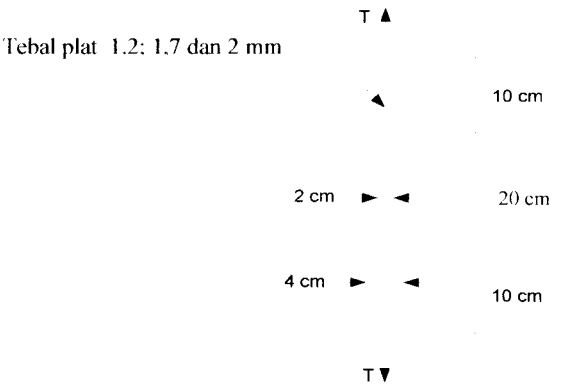


**Gambar 4. 1** Universal Testing Material Shimatzu UMH30

## 4.3 Pembuatan Benda Uji

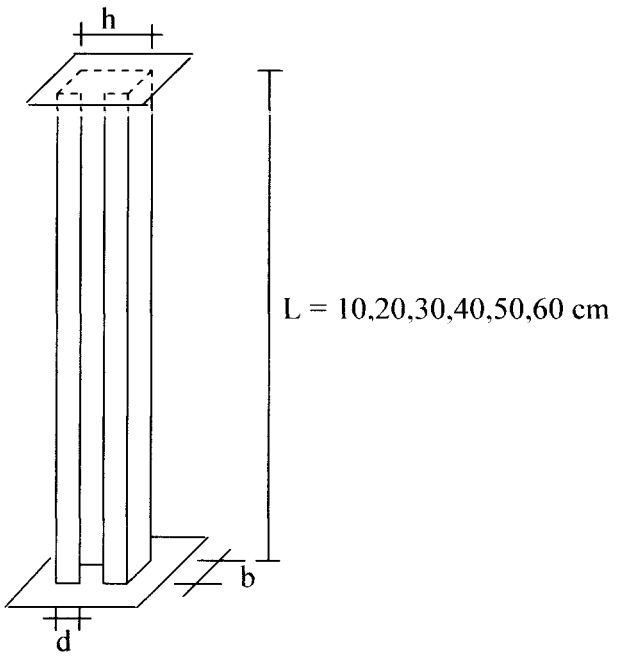
Benda uji yang akan digunakan dalam penelitian dibuat terlebih dahulu kemudian dilakukan pengujian di laboratorium, benda uji tersebut berupa:

a. Tiga benda uji kuat tarik baja yang diambil dari profil




**Gambar 4. 2** Benda Uji Kuat Tarik Baja

b. Empat puluh delapan benda uji kuat tekan yang diguanakan dari profil C 75x35x8x1,2; 100x40x8x1,7; 125x40x10x2; 150x40x11x2,8




**Gambar 4. 3** Benda Uji Kuat Tekan Baja

## 4.4 Pengujian Sampel

### 4.4.1 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.

### 4.4.2 Pengujian Sampel

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

## 4.5 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dimulai pada bulan juli 2006 dan direncanakan selesai pada bulan juli 2006.Tabel 4. 1 Rencana Kegiatan Tugas Akhir

| No | Kegiatan | Bulan ke : | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | III | | IV | | | | V | | | | VI | | | | VII | | | | VIII | |
| | | 1 | 2 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 | 3 | 4 | 1 | 2 |
| 1 | Pembuatan Proposal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 2 | Seminar Proposal | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 3 | Pemesanan Benda Uji | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 4 | Pelaksanaan Pengujian | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 5 | Bimbingan Penyusunan Laporan | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 6 | Sidang | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 7 | Revisi | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| 8 | Pendadaran | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

# BAB V

# HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

## 5.1 Hasil Pengujian Kuat Tarik Baja

Benda uji kuat tarik baja menggunakan profil *lipped channel* 75×35×8×1,2 ; 100×40×8×2 ; 125×40×10×2 ; 150×40×11×2 yang dibentuk sesuai dengan bentuk benda uji sebanyak dua belas benda uji. Pelaksanaan pengujian menggunakan alat *Universal Testing Machine (UTM) Merk Shimatzu Type UMH-30* yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Hasil pengujian didapat data beban leleh dan beban maksimum dari benda uji pada Lampiran 1 dan hasil perhitungan tegangan leleh dan tegangan tarik benda uji seperti Tabel 5.1.

**Tabel 5. 1** Hasil uji kuat tarik baja profil C 75×35×8×1,2

| Nilai hasil uji | Benda uji 1 | Benda uji 2 | Benda uji 3 | Rata - Rata |
|---|---|---|---|---|
| Beban leleh (KN) | 9,2 | 9,85 | 9,30 | 9,45 |
| Beban maksimum (kN) | 12 | 13,6 | 12,95 | 12,85 |
| Tegangan Leleh(Fy) (Mpa) | 379,05 | 402,62 | 380,14 | 386,27 |
| Tegangan maksimum (Fu) (Mpa) | 490,50 | 555,90 | 529,33 | 525,24 |

**Tabel 5. 2** Hasil uji kuat tarik baja profil C 100×40×8×1,7

| Nilai hasil uji | Benda uji 1 | Benda uji 2 | Benda uji 3 | Rata - Rata |
|---|---|---|---|---|
| Beban leleh (KN) | 13,20 | 13,30 | 8,80 | 11,767 |
| Beban maksimum (kN) | 18,50 | 18,80 | 13,50 | 16,933 |
| Tegangan Leleh(Fy) (Mpa) | 380,86 | 383,74 | 253,91 | 339,50 |
| Tegangan Maksimum (Fu) | 533,78 | 542,44 | 389,51 | 488,58 |

**Tabel 5. 3** Hasil uji kuat tarik baja profil C 125×40×10×2

| Nilai hasil uji | Benda uji 1 | Benda uji 2 | Benda uji 3 | Rata - Rata |
|---|---|---|---|---|
| Beban leleh (KN) | 12,75 | 13,30 | 10,70 | 12,25 |
| Beban maksimum (KN) | 16,75 | 16,70 | 14,85 | 16,10 |
| Tegangan Leleh (Fy) (Mpa) | 312,69 | 326,18 | 262,42 | 300,43 |
| Tegangan maksimum (Fu) (Mpa) | 410,79 | 409,57 | 364,20 | 394,85 |

**Tabel 5. 4** Hasil uji kuat tarik baja profil C 150×40×11×2,8

| Nilai hasil uji | Benda uji 1 | Benda uji 2 | Benda uji 3 | Rata - Rata |
|---|---|---|---|---|
| Beban leleh (KN) | 14,25 | 14,10 | 14,35 | 14,233 |
| Beban maksimum (KN) | 16,75 | 16,70 | 16,85 | 16,767 |
| Tegangan Leleh(Fy) (Mpa) | 232,99 | 230,54 | 234,62 | 249,34 |
| Tegangan Maksimum (Fu) | 273,86 | 273,05 | 275,50 | 293,72 |

## 5.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Baja

Benda kuat tekan baja dari profil *lipped channel* 75×35×8×1,2 ; 100×40×8×2 ; 125×40×10×2 ; 150×40×11×2 mm sebanyak empat puluh delapan benda uji dengan variasi panjang 10; 20; 30; 40; 50; 60 cm. Pelaksanaan pengujian menggunakan alat *Universal Testing Machine (UTM) Merk Shimatzu Type UMH-30* yang dilakukan di Laboratorium Bahan Konstruksi Teknik, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia. Hasil pengujian didapat nilai beban maksimum, data hasil pengujian pada Lampiran 1 dan hasil perhitungan kuat desak benda uji seperti pada Tabel 5.5; 5.6; 5.7; 5.8. dan untuk grafik hubungan kuat desak dan regresinya ditunjukkan pada Gambar 5.1; 5.2; 5.3; 5.4; 5.5; 5.6; 5.7; 5.8.

**Tabel 5. 5.** Hasil uji kuat tekan profil baja C75×35×8×1,2

| Panjang L(mm) | ry | L/r | Kuat tekan (kN) Sampel 1 | sampel 2 | Rata - rata | Fcr (Mpa) | Fcr/Fy |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 13,28 | 7,53 | 65,25 | 64,00 | 64,63 | 334,50 | 0,87 |
| 200 | 13,28 | 15,06 | 62,25 | 61,75 | 62,00 | 320,91 | 0,83 |
| 300 | 13,28 | 22,59 | 61,00 | 59,25 | 60,13 | 311,21 | 0,80 |
| 400 | 13,28 | 30,12 | 60,50 | 57,50 | 59,00 | 305,38 | 0,79 |
| 500 | 13,28 | 37,65 | 59,25 | 56,75 | 58,00 | 300,21 | 0,78 |
| 600 | 13,28 | 45,18 | 58,25 | 55,00 | 56,63 | 293,09 | 0,76 |

**Tabel 5. 6.** Hasil uji kuat tekan profil baja C 100×40×8×1,7

| Panjang L(mm) | ry | L/ry | Kuat tekan (kN) Sampel 1 | Sampel 2 | Rata - rata | Fcr (Mpa) | Fcr/Fy |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 14,760 | 6,775 | 8700 | 8600 | 8650 | 259,604 | 0,765 |
| 200 | 14,760 | 13,550 | 8235 | 8250 | 8242,5 | 247,374 | 0,729 |
| 300 | 14,760 | 20,325 | 7950 | 7925 | 7937,5 | 238,220 | 0,702 |
| 400 | 14,760 | 27,100 | 7950 | 7500 | 7625 | 228,842 | 0,674 |
| 500 | 14,760 | 33,875 | 7575 | 7225 | 7400 | 222,089 | 0,654 |
| 600 | 14,760 | 40,650 | 7400 | 7100 | 7250 | 217,587 | 0,641 |

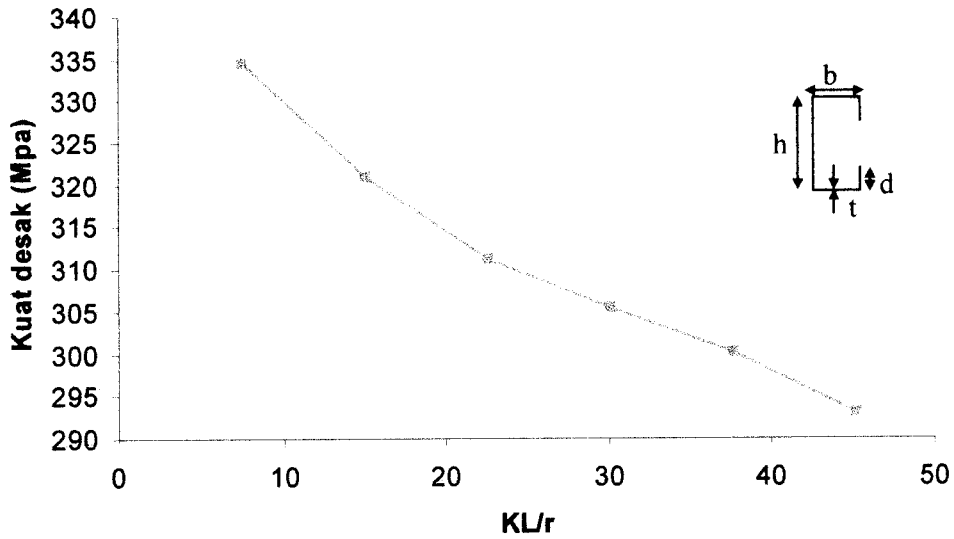
**Tabel 5.7.** Hasil uji kuat tekan profil baja C 125×40×10×2

| panjang | | | Kuat tekan (kN) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| L(mm) | ry | L/ry | sampel 1 | sampel 2 | Rata - rata | kuat desak (Mpa) | Fcr/Fy |
| 100 | 14,77 | 6,77 | 108 | 104,50 | 106,25 | 236,11 | 0,79 |
| 200 | 14,77 | 13,54 | 100,25 | 99,75 | 100,00 | 222,22 | 0,74 |
| 300 | 14,77 | 20,31 | 96,50 | 95,75 | 96,13 | 213,61 | 0,71 |
| 400 | 14,77 | 27,08 | 93,50 | 91,00 | 92,25 | 205,00 | 0,68 |
| 500 | 14,77 | 33,85 | 89,25 | 85,75 | 87,50 | 194,44 | 0,65 |
| 600 | 14,77 | 40,62 | 84,00 | 78,75 | 81,38 | 180,83 | 0,60 |

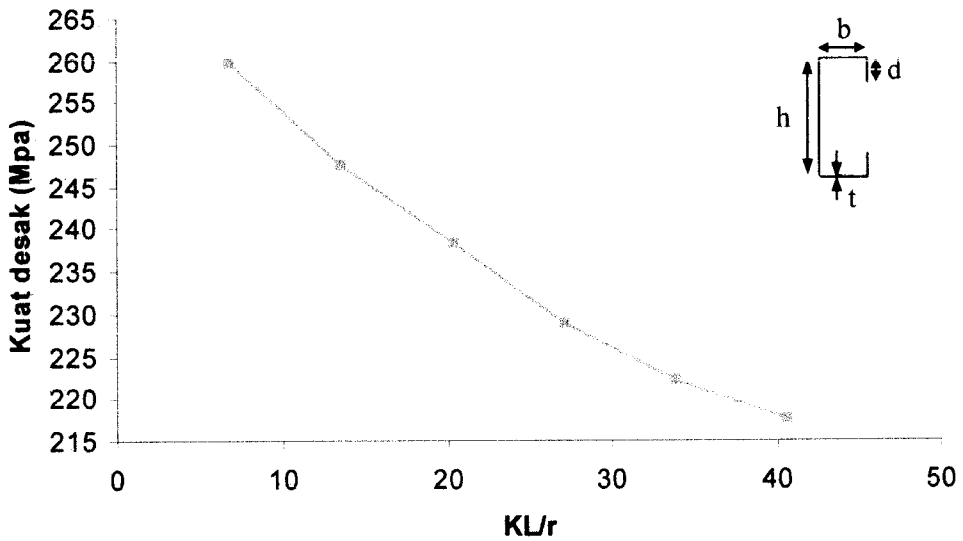
**Tabel 5. 8** Hasil uji kuat tekan profil baja C 150×40×11×2,8

| panjang | | | Kuat tekan (kN) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| L(mm) | ry | L/ry | Sampel 1 | Sampel 2 | Rata - rata | Fcr (Mpa) | Fcr/Fy |
| 100 | 14,58 | 6,86 | 15625 | 16250 | 15937,5 | 225,87 | 0,91 |
| 200 | 14,58 | 13,72 | 14150 | 15925 | 15037,5 | 213,12 | 0,85 |
| 300 | 14,58 | 20,58 | 13185 | 14850 | 14017,5 | 198,66 | 0,80 |
| 400 | 14,58 | 27,43 | 12750 | 14150 | 13450 | 190,62 | 0,76 |
| 500 | 14,58 | 34,29 | 11150 | 14050 | 12600 | 178,57 | 0,72 |
| 600 | 14,58 | 41,15 | 10295 | 13025 | 11660 | 165,25 | 0,66 |

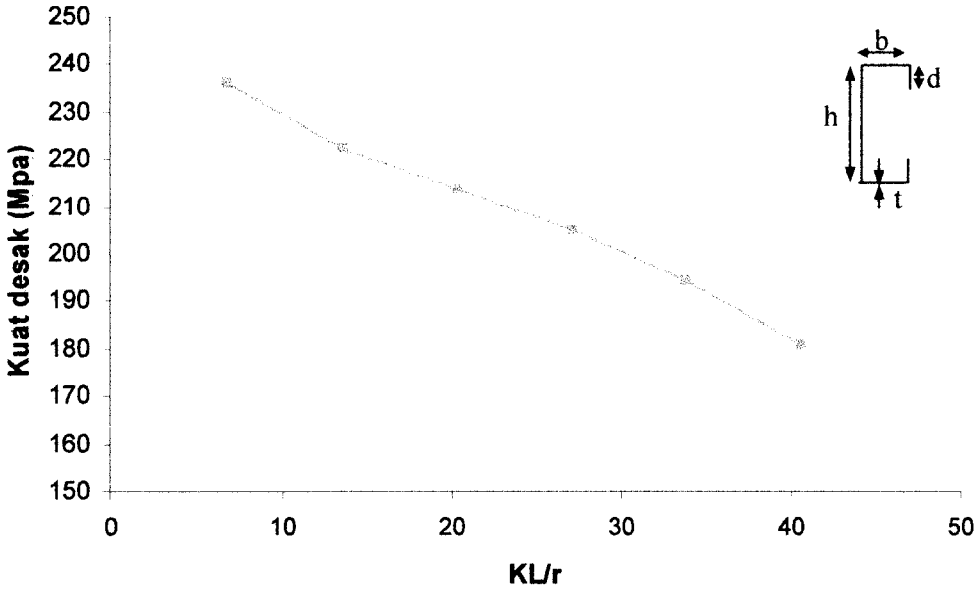
### 5.2.1 Gafik hubungan kuat desak batang tekan – angka kelangsingan batang



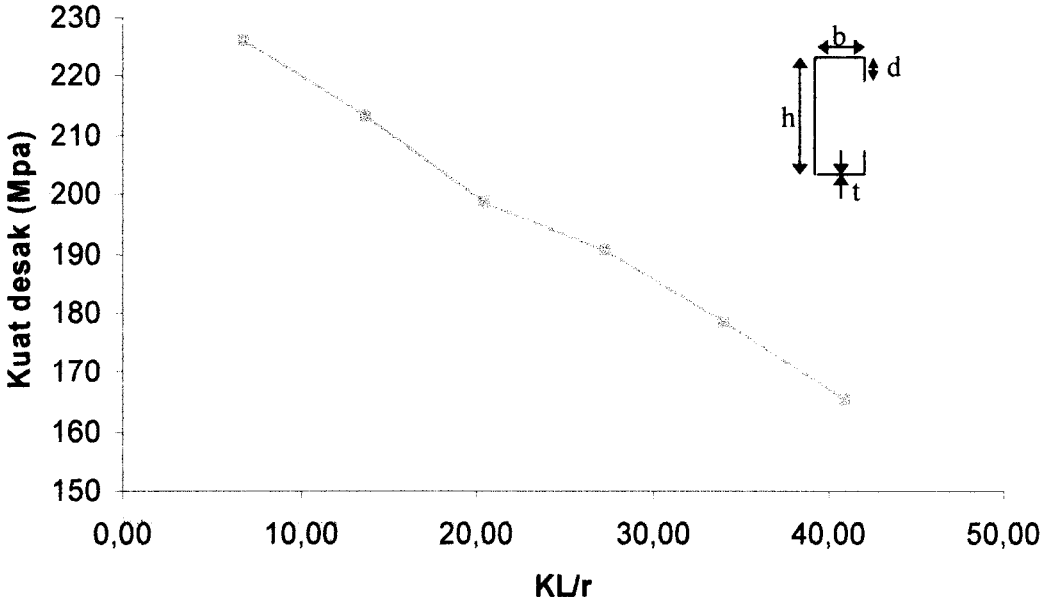

**Gambar 5.1** Grafik hubungan Kuat desak - KL/r (75x35x8x1,2)




**Gambar 5.2.** Grafik hubungan kuat desak - KL/r (100x40x8x1,7)

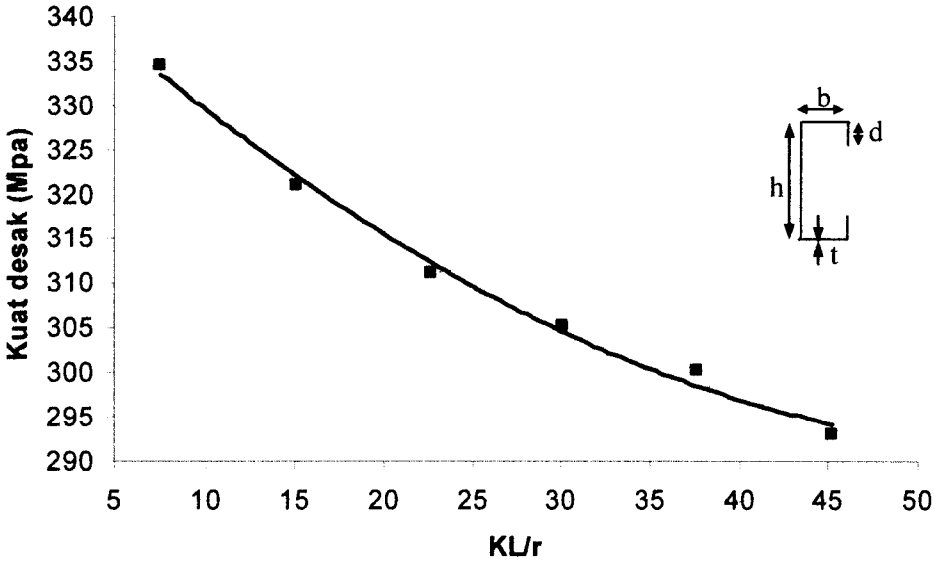



**Gambar 5.3** Grafik hubungan kuat desak - KL/r(C125x40x10x2)

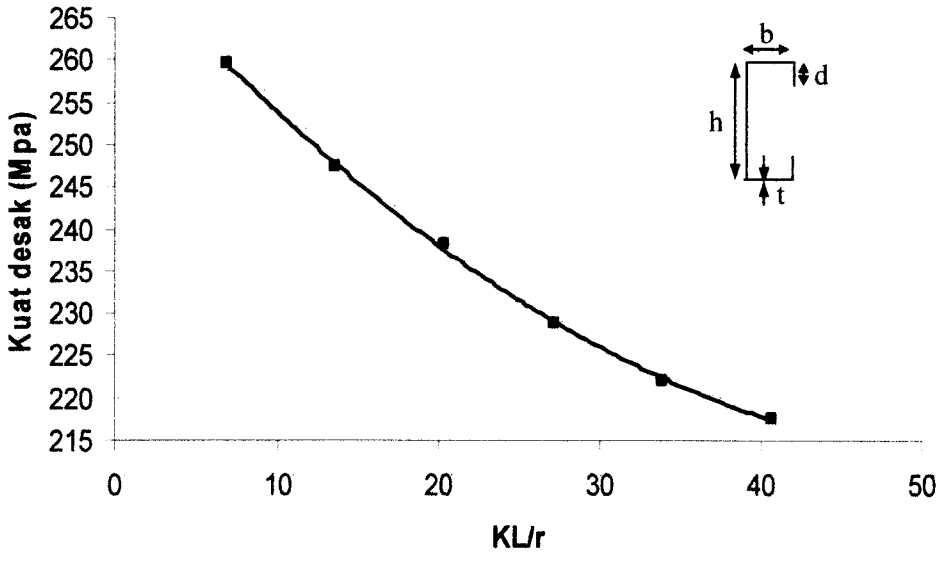



**Gambar 5.4.** Grafik hubungan kuat desak - KL/r (150x40x11x2,8)

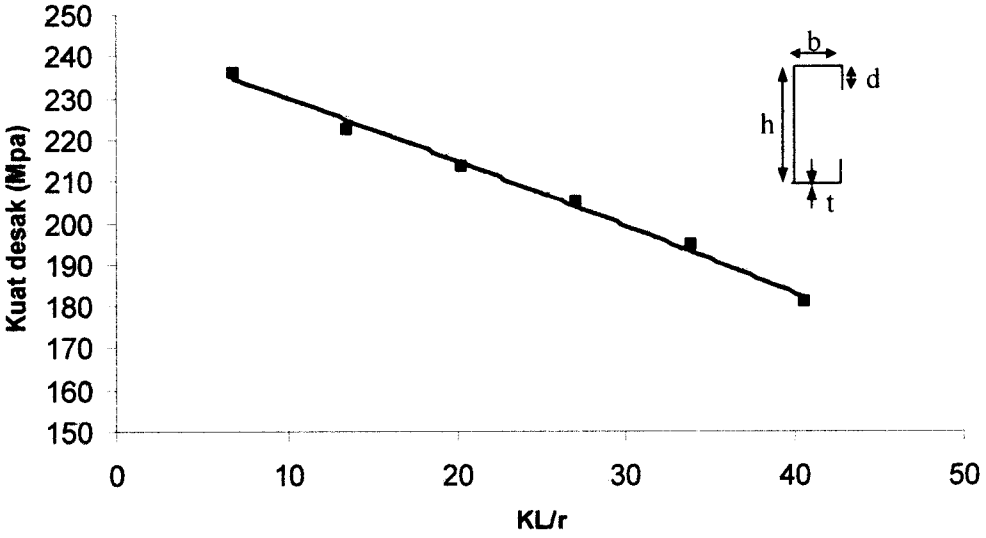
### 5.2.2. Regresi hubungan kuat desak batang tekan – angka kelangsingan batang



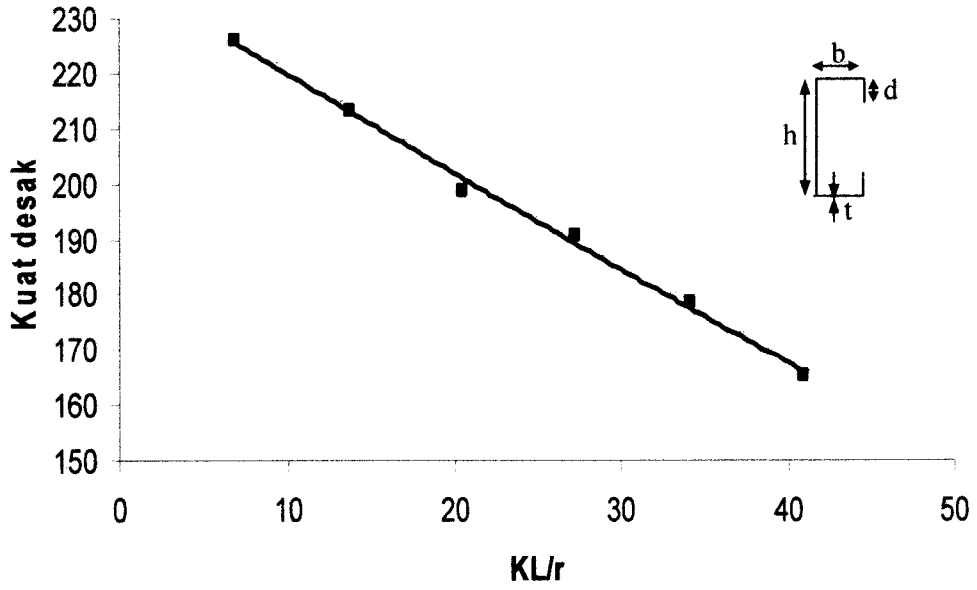

**Gambar 5.5** Regresi hubungan Kuat desak - KL/r (C 75x35x8x1,2)



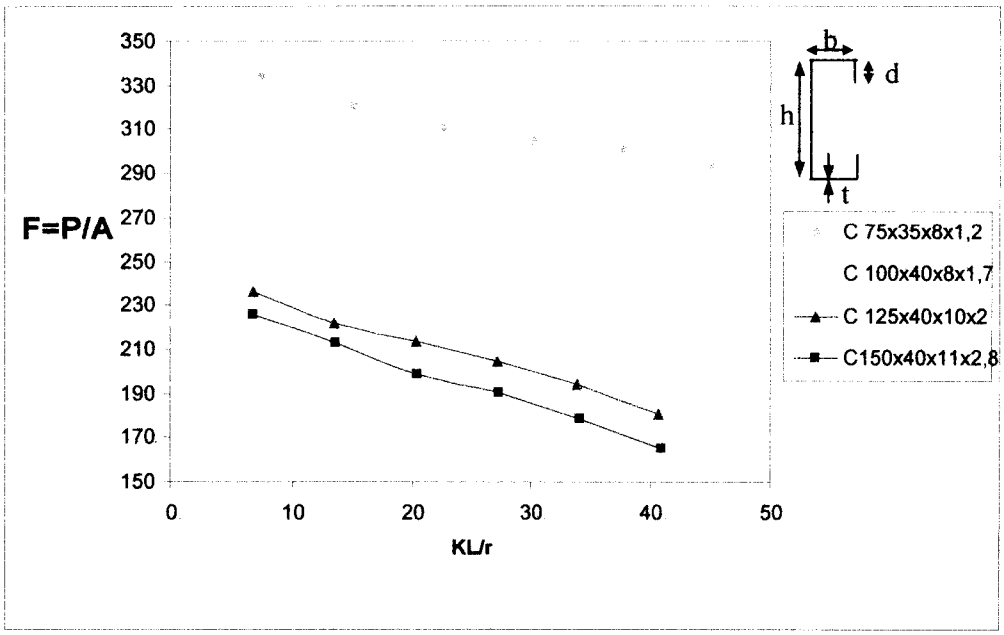

**Gambar 5.6** Regresi hubungan kuat desak - KL/r (C 100x40x8x1,7)



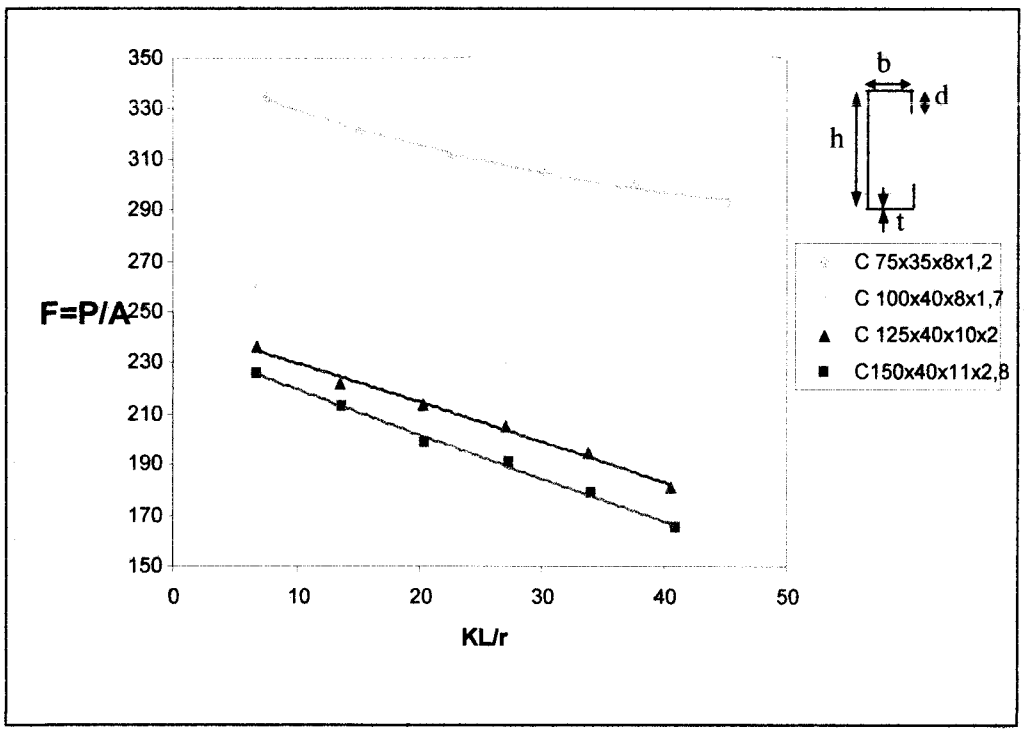

**Gambar 5.7** Regresi hubungan kuat tekan - KL/r (125x40x10x2)



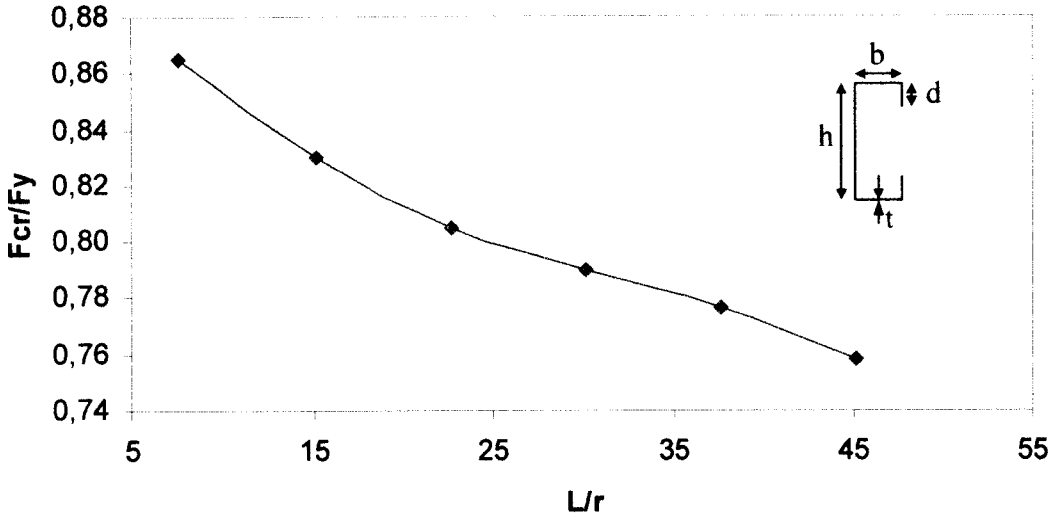

**Gambar 5.8** Regresi hubungan kuat desak - KL/r(C 150x40x11x2,8)



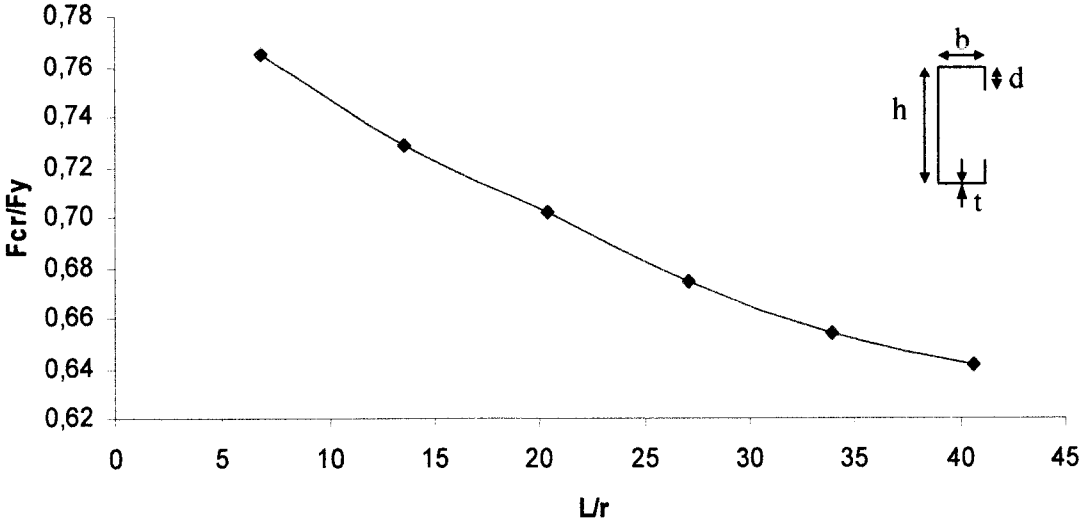

**Gambar 5.9. Grafik hubungan kuat desak - KL/r**




**Gambar 5.10. Regresi hubungan kuat desak - KL/r**

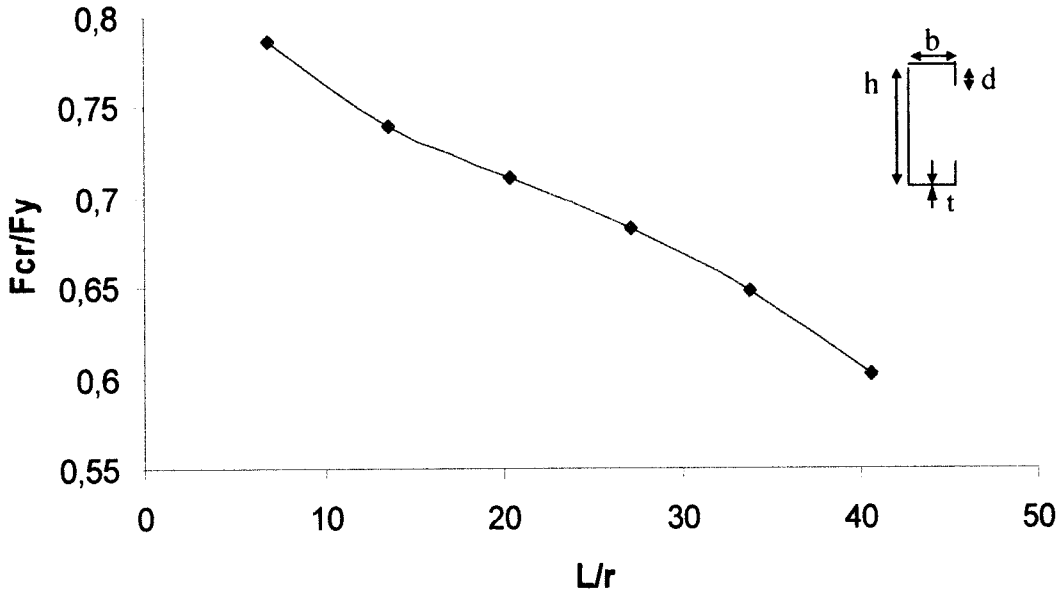



**Gambar 5.11 Kurva hubungan rasio Fcr/Fy terhadap L/r profil C75x35x8x1,2**

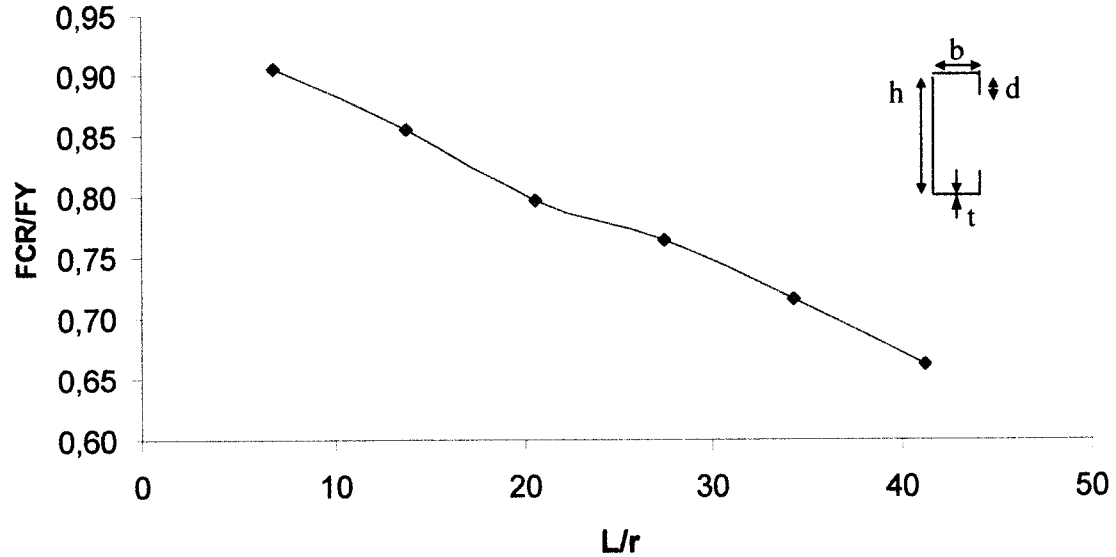



**Gambar 5.12 Kurva hubungan rasio Fcr/Fy terhadap L/r Profil C100x40x8x1,7**

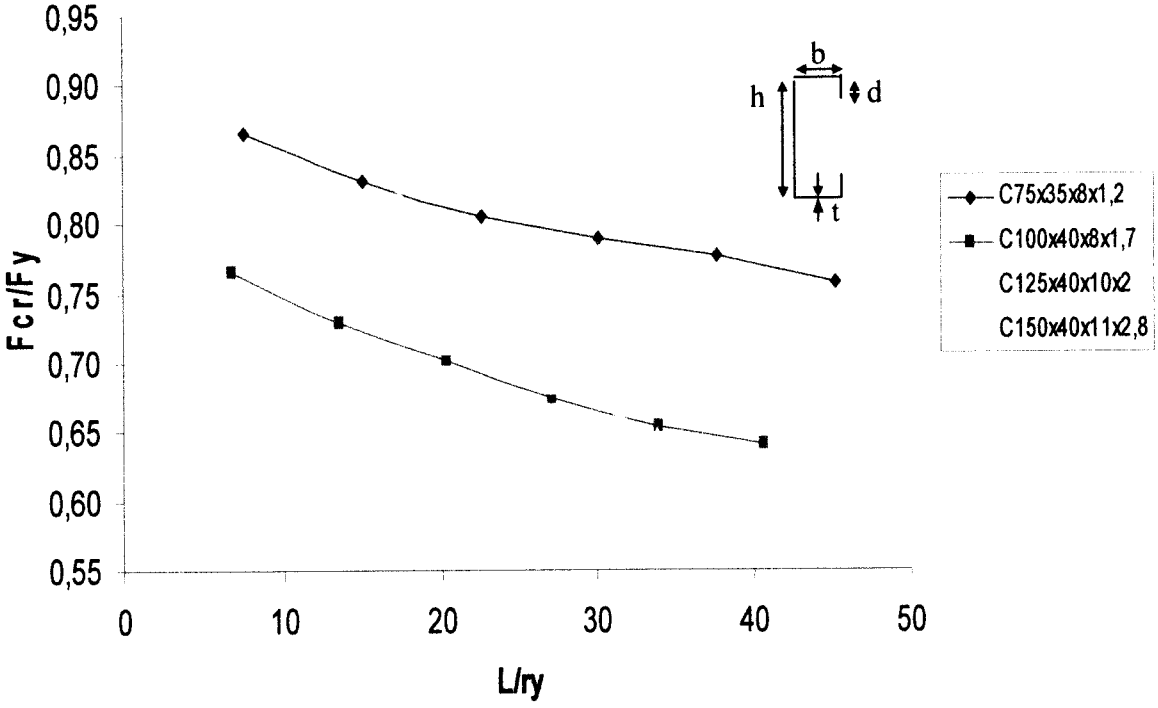





**Gambar 5.13 Kurva hubungan Rasio Fcr/Fy terhadap L/r Profil C125x40x10x2**




**Gambar 5.14 Kurva hubungan rasio Fcr/Fy terhadap L/r Profil C150x40x11x2,8**




**Gambar 5.15 Kurva hubungan rasio Fcr/Fy terhadap L/r**

## 5.3 Nilai koefisien tekuk

Berdasarkan uji desak empat puluh delapan benda uji profil *lipped channel* 70×35×8×1.2 ; 100×40×8×2 ; 125×40×10×2 ; 150×40×11×2 mm, didapat nilai $F_{cr}$. Nilai koefisien tekuk untuk batang tekan ini dapat dicari menggunakan Persamaan (3.9). Hasil perhitungan seperti pada Tabel 5.9;5.10;5.11;5.12 di bawah ini.

**Tabel 5.9.** Koefisien tekuk Lokal uji desak profil C75x35x8x1,2

| Panjang kolom (mm) | Fcr (Mpa) | π | A (mm) | b/t | μ | Koefisien tekuk (k) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 334,50 | 3,14 | 193,2 | 29,17 | 0,3 | 1,576 |
| 200 | 320,91 | 3,14 | 193,2 | 29,17 | 0,3 | 1,512 |
| 300 | 311,21 | 3,14 | 193,2 | 29,17 | 0,3 | 1,466 |
| 400 | 305,38 | 3,14 | 193,2 | 29,17 | 0,3 | 1,439 |
| 500 | 300,21 | 3,14 | 193,2 | 29,17 | 0,3 | 1,415 |
| 600 | 293,09 | 3,14 | 193,2 | 29,17 | 0,3 | 1,381 |

**Tabel 5.10.** Koefisien tekuk Lokal uji desak profil C100x40x8x1.7

| Panjang kolom (mm) | Fcr (Mpa) | π | A | b/t | μ | Koefisien tekuk (k) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 259,60 | 3,14 | 333,2 | 23,53 | 0,3 | 0,796 |
| 200 | 247,37 | 3,14 | 333,2 | 23,53 | 0,3 | 0,758 |
| 300 | 238,22 | 3,14 | 333,2 | 23,53 | 0,3 | 0,730 |
| 400 | 228,84 | 3,14 | 333,2 | 23,53 | 0,3 | 0,702 |
| 500 | 222,09 | 3,14 | 333,2 | 23,53 | 0,3 | 0,681 |
| 600 | 217,59 | 3,14 | 333,2 | 23,53 | 0,3 | 0,667 |

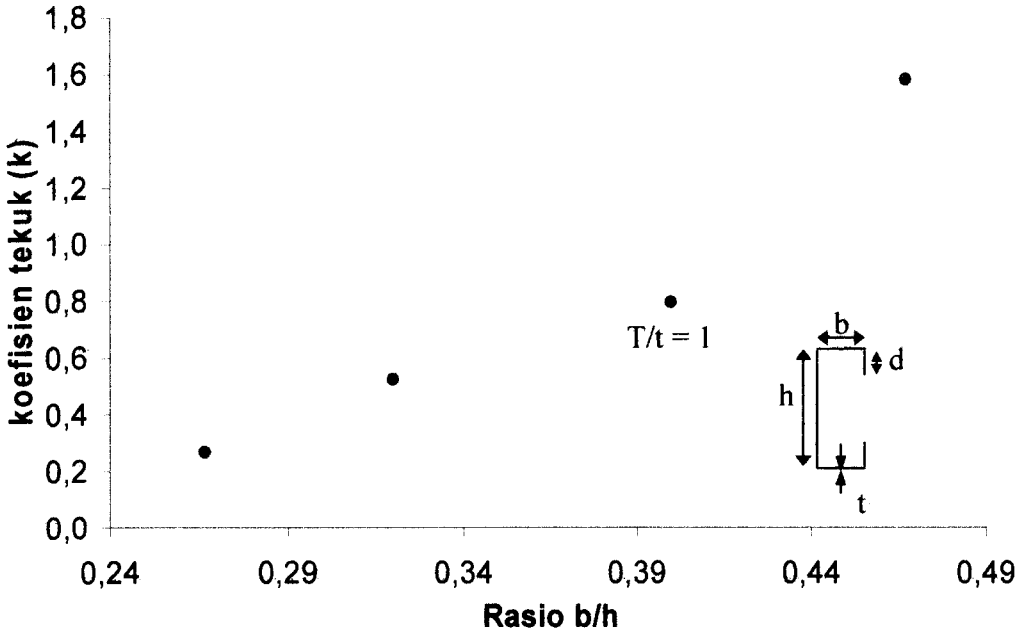
**Tabel 5.11.** Koefisien tekuk Lokal uji desak profil C125x40x10x2

| Panjang kolom (mm) | Fcr (Mpa) | π | A (mm) | b/t | μ | Koefisien tekuk (k) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 236,11 | 3,14 | 450 | 20 | 0,3 | 0,523 |
| 200 | 222,22 | 3,14 | 450 | 20 | 0,3 | 0,492 |
| 300 | 213,61 | 3,14 | 450 | 20 | 0,3 | 0,473 |
| 400 | 205,00 | 3,14 | 450 | 20 | 0,3 | 0,454 |
| 500 | 194,44 | 3,14 | 450 | 20 | 0,3 | 0,431 |
| 600 | 180,83 | 3,14 | 450 | 20 | 0,3 | 0,401 |

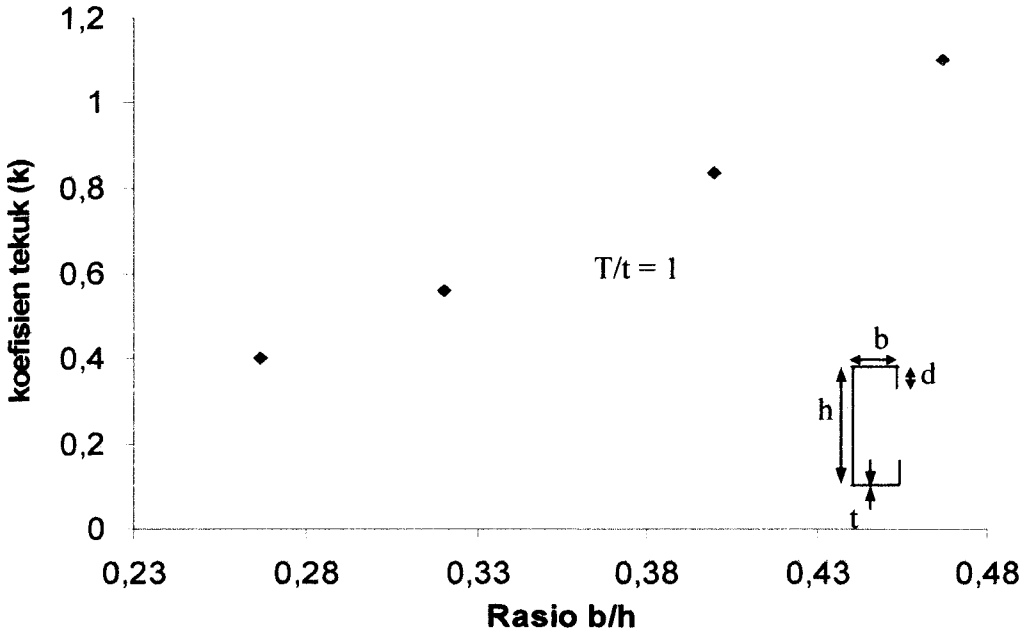
**Tabel 5.12.** Koefisien tekuk Lokal uji desak profil C150x40x11x2

| Panjang kollom (mm) | Fcr (Mpa) | π | A (mm) | b/t | μ | Koefisien tekuk (k) |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 100 | 230,44 | 3,14 | 691,6 | 14,29 | 0,3 | 0,261 |
| 200 | 217,43 | 3,14 | 691,6 | 14,29 | 0,3 | 0,246 |
| 300 | 202,68 | 3,14 | 691,6 | 14,29 | 0,3 | 0,229 |
| 400 | 194,48 | 3,14 | 691,6 | 14,29 | 0,3 | 0,220 |
| 500 | 182,19 | 3,14 | 691,6 | 14,29 | 0,3 | 0,206 |
| 600 | 168,59 | 3,14 | 691,6 | 14,29 | 0,3 | 0,191 |

Pada gambar 5.11 dan 5.12 menunjukan grafik hubungan nilai koefisien tekuk plat (k) terhadap rasio (b/h). Pada gambar 5.11 merupakan nilai (k) hasil pengujian sedangkan pada gambar 5.12 merupakan nilai (k) hasil perhitungan metode schafer.




**Gambar 5.16** Kurva hubungan koefisien tekuk plat (k) – Rasio b/h hasil pengujian




**Gambar 5.17** Kurva hubungan koefisien tekuk plat (k) – Rasio b/h hasil perhitungan "schafer"

## 5.4 Pembahasan

Dari hasil uji tekan profil lipped channel didapat beban maksimum (P). Apabila beban maksimum dibagi luasan penampang profil maka didapat nilai tegangan kritis *(Fcr)* seperi ditunjukkan pada tabel 5.5; 5.6; 5.7 dan 5.8. Nilai tegangan kritis dan koefisien tekuk (k) terbesar untuk masing – masing variasi rasio lebar sayap terhadap tinggi badan penampang hasil pengujian ditunjukan pada tabel 5.13.

**Tabel 5.13.** Perbandingan tegangan kritis(*Fcr*) dari masing- masing penampang

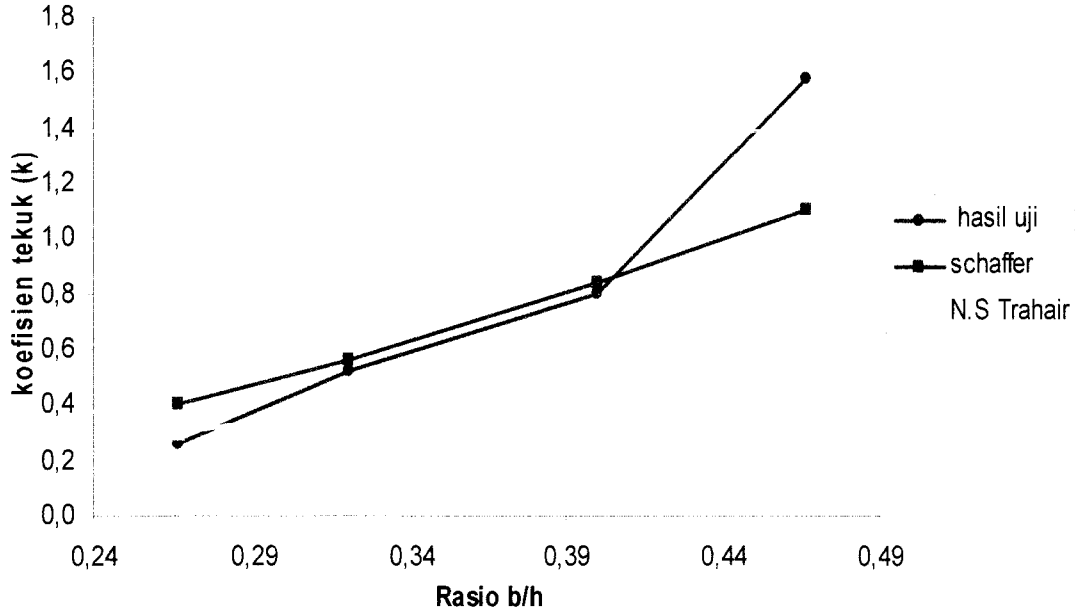
| Penampang | Koefisien tekuk (k) | *Fcr(Mpa)* |
|---|---|---|
| 75x35x8x1,2 | 1,576 | 334,50 |
| 100x40x8x1,7 | 0,796 | 259,60 |
| 125x40x10x2 | 0,532 | 236,11 |
| 150x40x11x2,8 | 0,261 | 230,44 |

Dari tabel 5.13 jelas terlihat bahwa nilai *Fcr* terbesar yaitu pada penampang C 75×35×8×1,2. Hal ini apabila dibandingkan dengan nilai tegangan kiritis *(Fcr)* hasil perhitungan metode Salmon and johnson, Schafer, dan AISI sangat berbeda. Seperti ditunjukan pada tabel 5.14.

**Tabel 5.14**. Nilai tegangan kritis(*Fcr*) dari masing- masing penampang

| penampang | Fcr hasil pengujian (Mpa) | Fcr metode N.S Trahair (Mpa) | Fcr metode schafer (Mpa) |
|---|---|---|---|
| 75x35x8x1,2 | 334,50 | 127,46 | 233,68 |
| 100x40x8x1,7 | 259,60 | 163,24 | 274,25 |
| 125x40x10x2 | 236,11 | 176,24 | 256,07 |
| 150x40x11x2,8 | 230,44 | 265,56 | 354,08 |

Gambar 5.13 menunjukan perbandingan nilai koefisien tekuk (k) dari hasil uji, metode schafer, dan N.S Trahair.




**Gambar 5.18** kurva hubungan nilai koefisien tekuk (k) – (b/h)

**Tabel 5.15**. Nilai koefisien tekuk dari masing- masing penampang

| Penampang | k hasil pengujian | k metode schafer | N.S Trahair |
|---|---|---|---|
| 75x35x8x1,2 | 1,58 | 1,10 | 0,6 |
| 100x40x8x1,7 | 0,79 | 0,84 | 0,5 |
| 125x40x10x2 | 0,52 | 0,56 | 0,39 |
| 150x40x11x2,8 | 0,23 | 0,40 | 0,3 |

Pada tabel 5.15 menunjukan perbandingan nilai koefisien tekuk lokal hasil uji dengan tekuk lokal hasil perhitungan metode potongan *"schafer"* dan nilai (k) menurut *N.S Trahair dan Bradford.* Dari tabel tersebut jelas terlihat bahwa nilai koefisien tekuk lokal hasil pengujian berbeda dengan koefisien tekuk lokal hasil perhitungan metode *"schafer"* maupun menurut *N.S Trahair and Bradford.* Perbedaan tersebut kemungkinan disebabkan karena alat dan tumpuan yang digunakan pada saat pengujian berbeda, dan mutu bahan juga berbeda. Selain itu perbedaan nilai koefisien tekuk lokal dari hasil teori schafer dan teori N,S Trahair, yaitu teori *Schafer* yang menyatakan bahwa untuk mencari nilai koefisien tekuk lokal dengan menggunakan metode potongan yaitu koefisien tekuk sayap tepi dan koefisien tekuk sayap badan, sedangkan untuk koefisien tekuk teori *N,S Trahair* didapat dari nilai koefisien tekuk lokal keseluruhan penampang. Namun hal ini membuktikan bahwa untuk mencegah ataupun meminimalisir terjadinya tekuk yaitu dengan memperbesar rasio lebar terhadap tinggi profil (b/h).

# 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

Kesimpulan yang dapat ditarik dari penelitian ini, kolom profil *Lipped Channel* bentukan dingin dengan variasi rasio lebar tehadap tinggi penampang adalah meliputi hal-hal sebagai berikut:

1. Dari hasil uji tekan kolom profil lipped channel didapat nilai Fcr untuk masing – masing penampang C 75×35×8×1,2; 100×40×8×1,7; 125×40×10×2; 150×40×11×2,8 sebesar 334,50 ; 259,60 ; 236,11 ; 230,44 Mpa. Dan nilai koefisien tekuk (k) profil *lipped channel* hasil uji tekan untuk masing – masing penampang C 75×35×8×1,2; 100×40×8×1,7; 125×40×10×2; 150×40×11×2,8 yaitu 1,5 ; 0,79 ; 0,52 ; 0,23.
2. Dari hasil uji tekan kolom profil lipped channel dengan variasi rasio lebar terhadap tinggi penampang (b/h) = 0,26; 0,32; 0,4; 0,46 terlihat bahwa semakin besar rasio (b/h) maka nilai tegangan kritis (Fcr) dan nilai koefisien tekuk (k) semakin besar.

## 6.2 Saran

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

1. Pada saat pembelian dan pemilihan bahan uji perlu diperhatikan bahan yang akan dibeli, pilih bahan yang baik agar layak di uji dan tidak cacat sebelum di uji.
2. Pada saat pemotongan bahan uji sebaiknya menggunakan alat potong manual menggunakan gergaji, hal ini untuk meminimal tegangan residu yang terjadi akibat pemotongan.
3. Pada saat pengujian perlu diperhatikan perletakan bahan uji.
4. Ketelitian dalam pengujian perlu diperhatikan, agar dapat meminimal kesalahan dalam pembacaan dial.
5. Perlu adanya uji sampel yang lebih panjang dari 600 mm.

# DAFTAR PUSTAKA

Bleich,F, 1952, Buckling Strength of Metal Structure, McGraw-Hill, New York.

Lambert Tall, 1974, **STRUKTUR STEEL DESIGN**, 2nd Edition, The Ronald Press Company, New York.

Rhodes, J and A.C Walker, 1979, Recent Technical Advences and Trends In Design, Reserch and Construction, Granada London Oronto,Sydney,New york.

Salmon, C.G dan J.E. Johnson, 1990, **STRUKTUR BAJA DISAIN DAN PERILAKU,** Edisi kedua, Jilid I, Erlangga, Jakarta.

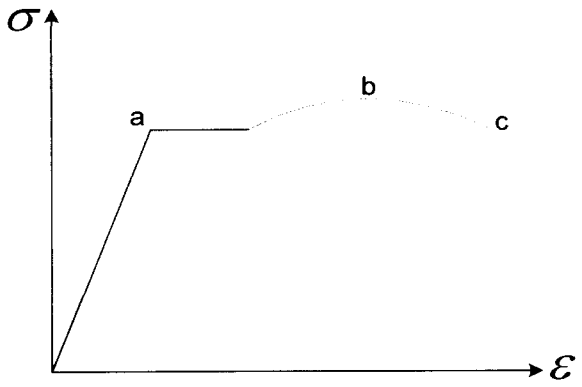
Schafer, B.W, 2000, **THIN-WALLED COLUMN DESIGN CONSIDERING LOCAL, DISTORTIONAL AND EULER BUCKLING, Journal Of Structural Engineering**, www.ce.jhu.edu/bschafer/dist_columns/paper.pdf/Marc h ,289-290.

Trahair, N.S and M.A. Bradford, 1988, **THE BEHAVIOUR AND DESIGN OF STEEL STRUCTURES**, 2nd Edition, Chapman and Hall, New York.

# LAMPIRAN 1

# Hasil Uji Bahan

Pengujian ini merupakan uji terhadap kekuatan tarik bahan profil Lipped Channel 75×35×8×1,2; 100×40×8×1,8; 125×40×10×2; 150×40×11×2,8mm yang dilakukan di laboratorium Teknik Sipil UII Yogyakarta pada tanggal 18 Juli 2006. Adapun hasil uji pendahuluan adalah sebagai berikut :

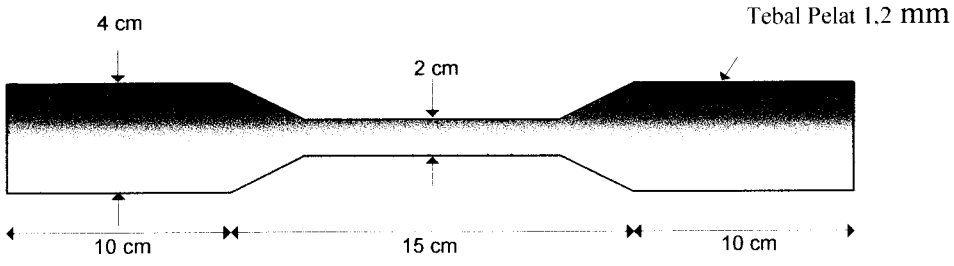



**Gambar L1.1** Grafik hasil uji trik bahan

Beban Leleh (a)

Beban Maksimum (b)

Beban Patah (c)




## 1. Hasil pengujian kuat tarik profil Lipped Channel 75x35x8x1,2

### a. Sampel I

Beban leleh = 920 kg

Beban maksimum = 1200 kg

Perhitungan :

Lebar = 20 mm

Tebal = 1,2 mm

Ao = l × t = 24 $mm^2$

Tegangan leleh (Fy) = $\frac{Py}{Ao}$

$= \frac{920 \times 9.81}{24}$

= 376,05 Mpa

Tegangan maksimum (Fu) = $\frac{Pu}{Ao}$

$= \frac{1200 \times 9,81}{24}$

= 490,50 Mpa

**b. Sampel II**

Beban leleh = 985 kg

Beban maksimum = 1360 kg

Perhitungan :

Lebar = 20 mm

Tebal = 1,2 mm

Ao = l × t = 24 $cm^2$

Tegangan leleh (Fy) = $\frac{Py}{Ao}$

$= \frac{985 \times 9,81}{24}$

= 402,62 Mpa

Tegangan maksimum (Fu) $= \frac{Pu}{Ao}$

$= \frac{1360 \times 9,81}{24}$

= 555,9 Mpa

**c. Sampel III**

Beban leleh = 930 kg

Beban maksimum = 1295 kg

Perhitungan :

Lebar = 2 mm

Tebal = 1,2 mm

Ao = l × t = 24 $mm^2$

Tegangan leleh (Fy) $= \frac{Py}{Ao}$

$= \frac{930 \times 9,81}{24}$

= 380,14 Mpa

Tegangan maksimum (Fu) $= \frac{Pu}{Ao}$

$= \frac{1295 \times 9,81}{24}$

= 529,33 Mpa

Tegangan leleh rata-rata $= \frac{379,05 + 402,62 + 380,14}{3}$

= 386,27 Mpa

Tegangan maks rata-rata $= \dfrac{1490{,}5 + 555{,}90 + 529{,}33}{3}$

$= 525{,}24$ Mpa

**2. Hasil pengujian kuat tarik profil Lipped Channel 100x40x8x1,7**

**a. Sampel I**

Beban leleh = 1320 kg

Beban maksimum = 1850 kg

Perhitungan :

Lebar = 20 mm

Tebal = 1,7 mm

Ao = l × t = 34 $mm^2$

Tegangan leleh (Fy) $= \dfrac{Py}{Ao}$

$= \dfrac{1320 \times 9.81}{34}$

= 380,86 Mpa

Tegangan maksimum (Fu) $= \dfrac{Pu}{Ao}$

$= \dfrac{1850 \times 9{,}81}{34}$

= 533,78 Mpa

**b. Sampel II**

Beban leleh = 1330 kg

Beban maksimum = 1880 kg

Perhitungan :

Lebar = 20 mm

Tebal = 1,7 mm

Ao = l × t = 34 $cm^2$

Tegangan leleh (Fy) = $\frac{Py}{Ao}$

$= \frac{1330 \times 9,81}{34}$

= 383,74 Mpa

Tegangan maksimum (Fu) = $\frac{Pu}{Ao}$

$= \frac{1880 \times 9,81}{34}$

= 542,44 Mpa

**c. Sampel III**

Beban leleh = 880 kg

Beban maksimum = 1350 kg

Perhitungan :

Lebar = 2 mm

Tebal = 1,7 mm

Ao = l × t = 34 $mm^2$

Tegangan leleh (Fy) = $\frac{Py}{Ao}$

$= \frac{880 \times 9,81}{34}$

= 253,91 Mpa

Tegangan maksimum (Fu) = $\frac{Pu}{Ao}$

$$= \frac{1350 \times 9{,}81}{34}$$

$$= 389{,}51 \text{ Mpa}$$

Tegangan leleh rata-rata $= \dfrac{380{,}86 + 383{,}47 + 253{,}91}{3}$

$$= 339{,}5 \text{ Mpa}$$

Tegangan maks rata-rata $= \dfrac{533{,}78 + 542{,}44 + 389{,}51}{3}$

$$= 488{,}58 \text{ Mpa}$$

**3. Hasil pengujian kuat tarik profil Lipped Channel 125x40x10x2**

**a. Sampel I**

Beban leleh = 1275 kg

Beban maksimum = 1675 kg

Perhitungan :

Lebar = 20 mm

Tebal = 2 mm

Ao = l × t = 40 $mm^2$

Tegangan leleh (Fy) $= \dfrac{Py}{Ao}$

$$= \frac{1275 \times 9.81}{40}$$

$$= 312{,}69 \text{ Mpa}$$

Tegangan maksimum (Fu) $= \dfrac{Pu}{Ao}$

$$= \frac{1675 \times 9{,}81}{40}$$

= 410,79 Mpa

**b. Sampel II**

Beban leleh = 1330 kg

Beban maksimum = 1670 kg

Perhitungan :

Lebar = 20 mm

Tebal = 2 mm

Ao = l × t = 40 $cm^2$

Tegangan leleh (Fy) $= \frac{Py}{Ao}$

$= \frac{1330 \times 9{,}81}{40}$

= 326,18 Mpa

Tegangan maksimum (Fu) $= \frac{Pu}{Ao}$

$= \frac{1670 \times 9{,}81}{40}$

= 409,57 Mpa

**a. Sampel III**

Beban leleh = 1070 kg

Beban maksimum = 1485 kg

Perhitungan :

Lebar = 2 mm

Tebal = 2 mm

Ao = l × t = 40 $mm^2$

Tegangan leleh (Fy) $= \frac{Py}{Ao}$

$= \frac{1070 \times 9{,}81}{40}$

$= 262{,}42$ Mpa

Tegangan maksimum (Fu) $= \frac{Pu}{Ao}$

$= \frac{1485 \times 9{,}81}{40}$

$= 364{,}42$ Mpa

Tegangan leleh rata-rata $= \frac{312{,}69 + 326{,}18 + 262{,}42}{3}$

$= 300{,}43$ Mpa

Tegangan maks rata-rata $= \frac{410{,}79 + 409{,}57 + 364{,}20}{3}$

$= 394{,}85$ Mpa

**4. Hasil pengujian kuat tarik profil Lipped Channel 150x40x11x2,8**

**a. Sampel I**

Beban leleh = 1425 kg

Beban maksimum = 1675 kg

Perhitungan :

Lebar = 20 mm

Tebal = 2,8 mm

Ao = l × t = 56 $mm^2$

Tegangan leleh (Fy) $= \frac{Py}{Ao}$

$$= \frac{1275 \times 9.81}{56}$$

$$= 232{,}99 \text{ Mpa}$$

Tegangan maksimum (Fu) $= \frac{Pu}{Ao}$

$$= \frac{1675 \times 9{,}81}{56}$$

$$= 273{,}86 \text{ Mpa}$$

**b. Sampel II**

Beban leleh = 1410 kg

Beban maksimum = 1670 kg

Perhitungan :

Lebar = 20 mm

Tebal = 2,7 mm

Ao = l × t = 56 $cm^2$

Tegangan leleh (Fy) $= \frac{Py}{Ao}$

$$= \frac{1330 \times 9{,}81}{56}$$

$$= 230{,}54 \text{ Mpa}$$

Tegangan maksimum (Fu) $= \frac{Pu}{Ao}$

$$= \frac{1670 \times 9{,}81}{56}$$

$$= 273{,}05 \text{ Mpa}$$

**c. Sampel III**

Beban leleh = 1435 kg

Beban maksimum = 1685 kg

Perhitungan :

Lebar = 2 mm

Tebal = 2,8 mm

Ao = l × t = 56 $mm^2$

Tegangan leleh (Fy) $= \frac{Py}{Ao}$

$= \frac{1435 \times 9,81}{56}$

= 234,62 Mpa

Tegangan maksimum (Fu) $= \frac{Pu}{Ao}$

$= \frac{1685 \times 9,81}{56}$

= 275,5 Mpa

Tegangan leleh rata-rata $= \frac{232,99 + 230,54 + 234,62}{3}$

= 231,72 Mpa

Tegangan maks rata-rata $= \frac{273,86 + 273,05 + 275,5}{3}$

= 274,14 Mpa

**5. Hasil pengujian kuat tekan profil Lipped Channel 75x35x8x1,2**

- **L** = 10 cm

**a. Sampel I**

Beban maksimum = 6525 kg

$$\text{Kuat Desak (sampel 1)} = \frac{\text{beban maksimum}}{\text{luas tampang}}$$

$$= \frac{6525\ kg}{193{,}2.10^{-2}\ cm^2}$$

$$= 3377{,}329\ \text{kg/cm}^2$$

$$= 337{,}733\ \text{Mpa}$$

**b. Sampel II**

Beban maksimum = 6400 kg

$$\text{Kuat Desak (sampel 2)} = \frac{\text{beban maksimum}}{\text{luas tampang}}$$

$$= \frac{6400\ kg}{193.2.10^{-2}\ cm^2}$$

$$= 3312{,}629\ \text{kg/cm}^2$$

$$= 331{,}263\ \text{Mpa}$$

$$\text{Kuat Desak Rata-rata} = \frac{337{,}733 + 331{,}263}{2} = 334{,}498\ \text{Mpa}$$

- **L** = 20 cm

**a. Sampel I**

Beban maksimum = 6225 kg

$$\text{Kuat Desak (sampel 1)} = \frac{\text{beban maksimum}}{\text{luas tampang}}$$

$$= \frac{6225\ kg}{193{,}2.10^{-2}\ cm^2}$$

$= 3225{,}389 \text{ kg/cm}^2$

$= 322{,}539 \text{ Mpa}$

**b. Sampel II**

Beban maksimum $= 6175$ kg

$$\text{Kuat Desak (sampel 2)} = \frac{\text{beban maksimum}}{\text{luas tampang}}$$

$$= \frac{6175\ kg}{193.2.10^{-2}\ cm^2}$$

$= 3199{,}482 \text{ kg/cm}^2$

$= 319{,}949 \text{ Mpa}$

$$\text{Kuat Desak Rata-rata} = \frac{322{,}539 + 319{,}949}{2} = 320{,}91 \text{ Mpa}$$

- **L** = 30 cm

**a. Sampel I**

Beban maksimum $= 6100$ kg

$$\text{Kuat Desak (sampel 1)} = \frac{\text{beban maksimum}}{\text{luas tampang}}$$

$$= \frac{6100\ kg}{193{,}2.10^{-2}\ cm^2}$$

$= 3157{,}349 \text{ kg/cm}^2$

$= 315{,}735 \text{ Mpa}$

**b. Sampel II**

Beban maksimum $= 5925$ kg

$$\text{Kuat Desak (sampel 2)} = \frac{\text{beban maksimum}}{\text{luas tampang}}$$

$$= \frac{5925\ kg}{193.2.10^{-2}\ cm^2}$$

$$= 3099{,}770\ \text{kg/cm}^2$$

$$= 309{,}977\ \text{Mpa}$$

$$\text{Kuat Desak Rata-rata} = \frac{315{,}735 + 309{,}977}{2} = 311{,}21\ \text{Mpa}$$

- **L = 40 cm**

**a. Sampel I**

Beban maksimum = 6050 kg

$$\text{Kuat Desak (sampel 1)} = \frac{\text{beban maksimum}}{\text{luas tampang}}$$

$$= \frac{6050\ kg}{193{,}2.10^{-2}\ cm^2}$$

$$= 3131{,}469\ \text{kg/cm}^2$$

$$= 313{,}147\ \text{Mpa}$$

**b. Sampel II**

Beban maksimum = 5750 kg

$$\text{Kuat Desak (sampel 2)} = \frac{\text{beban maksimum}}{\text{luas tampang}}$$

$$= \frac{5750\ kg}{193.2.10^{-2}\ cm^2}$$

$$= 2976{,}190\ \text{kg/cm}^2$$

$$= 297{,}762\ \text{Mpa}$$

$$\text{Kuat Desak Rata-rata} = \frac{313{,}147 + 297{,}762}{2} = 305{,}38\ \text{Mpa}$$

- **L** = 50 cm

**a. Sampel I**

Beban maksimum = 5925 kg

$$\text{Kuat Desak (sampel 1)} = \frac{\text{beban maksimum}}{\text{luas tampang}}$$

$$= \frac{5925\ kg}{193{,}2.10^{-2}\ cm^2}$$

$$= 3066{,}770\ \text{kg/cm}^2$$

$$= 306{,}677\ \text{Mpa}$$

**b. Sampel II**

Beban maksimum = 5675 kg

$$\text{Kuat Desak (sampel 2)} = \frac{\text{beban maksimum}}{\text{luas tampang}}$$

$$= \frac{5675\ kg}{193.2.10^{-2}\ cm^2}$$

$$= 2937{,}371\ \text{kg/cm}^2$$

$$= 293{,}737\ \text{Mpa}$$

$$\text{Kuat Desak Rata-rata} = \frac{306{,}677 + 293{,}371}{2} = 300{,}21\ \text{Mpa}$$

- **L** = 60 cm

**a. Sampel I**

Beban maksimum = 5825 kg

$$\text{Kuat Desak (sampel 1)} = \frac{\text{beban maksimum}}{\text{luas tampang}}$$

# LAMPIRAN 2



$$F_{cr_lip} = k_{lip} \cdot \frac{\pi^2.E}{12.(1-\mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{d}\right)^2$$ , dengan nilai k pada lip = 0,425

$$F_{cr_lip} = 0{,}425 \cdot \frac{\pi^2.2.10^5}{12.(1-0{,}3^2)} \cdot \left(\frac{1{,}2}{8}\right)^2$$

= 1728,536 Mpa

Pada sayap $\left(\frac{b}{t}\right) = \left(\frac{35}{1{,}2}\right) = 29{,}167\,mm$

$$F_{cr_sayap} = k_{sayap} \cdot \frac{\pi^2.E}{12.(1-\mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2$$ , dengan nilai k pada sayap = 4

$$F_{cr_sayap} = 4 \cdot \frac{\pi^2.2.10^5}{12.(1-0{,}3^2)} \cdot \left(\frac{1{,}2}{35}\right)^2$$

= 849,95 Mpa

Pada badan $\left(\frac{h}{t}\right) = \left(\frac{75}{1{,}2}\right) = 62{,}5\,mm$

$$F_{cr_badan} = k_{badan} \cdot \frac{\pi^2.E}{12.(1-\mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{h}\right)^2$$ , dengan nilai k pada badan = 4

$$F_{cr_badan} = 4 \cdot \frac{\pi^2.2.10^5}{12.(1-0{,}3^2)} \cdot \left(\frac{1{,}2}{75}\right)^2$$

= 185,1 Mpa

$F_{cr} = F_{cr\ badan}$ = 185,1 Mpa

Pcr = Fcr . A

= $185{,}1.10^{-3}$ 192,24 = 35,58 kN

- **Profil Lipped Channel 100×40× 8× 1,7**

Pada lip $\left(\frac{d}{t}\right) = \left(\frac{8}{1{,}7}\right) = 4{,}71$

$$F_{cr\ \ lip} = k_{lip} \cdot \frac{\pi^2 . E}{12.(1-\mu^2)} . \left(\frac{t}{d}\right)^2$$ , dengan nilai k pada lip = 0,425

$$F_{cr_lip} = 0{,}425 . \frac{\pi^2 . 2.10^5}{12.(1-0{,}3^2)} . \left(\frac{1{,}7}{8}\right)^2$$

= 3469,077 Mpa

Pada sayap $\left(\frac{b}{t}\right) = \left(\frac{40}{1{,}7}\right) = 23{,}53\,mm$

$$F_{cr_sayap} = k_{sayap} \cdot \frac{\pi^2 . E}{12.(1-\mu^2)} . \left(\frac{t}{b}\right)^2$$ , dengan nilai k pada sayap = 4

$$F_{cr_sayap} = 4 . \frac{\pi^2 . 2.10^5}{12.(1-0{,}3^2)} . \left(\frac{1{,}7}{40}\right)^2$$

= 1306,01 Mpa

Pada badan $\left(\frac{h}{t}\right) = \left(\frac{100}{2}\right) = 58{,}824\,mm$

$$F_{cr_badan} = k_{badan} \cdot \frac{\pi^2 . E}{12.(1-\mu^2)} . \left(\frac{t}{h}\right)^2$$ , dengan nilai k pada badan = 4

$$F_{cr_badan} = 4 . \frac{\pi^2 . 2.10^5}{12.(1-0{,}3^2)} . \left(\frac{1{,}7}{100}\right)^2$$

= 208,961 Mpa

$F_{cr} = F_{cr\ badan}$ = 208,961 Mpa

Pcr = Fcr . A

= 289,22×10$^{-3}$ 333,2 = 69,625 kN

- **Profil Lipped Channel 125×40×10× 2**

Pada lip $\left(\frac{d}{t}\right) = \left(\frac{10}{2}\right) = 5$

$$F_{cr\ lip} = k_{lip} \cdot \frac{\pi^2 . E}{12.(1-\mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{d}\right)^2$$ , dengan nilai k pada lip = 0,425

$$F_{cr_lip} = 0{,}425 . \frac{\pi^2 . 2.10^5}{12.(1-0{,}3^2)} \cdot \left(\frac{2}{10}\right)^2$$

$$= 3072{,}95 \text{ Mpa}$$

Pada sayap $\left(\frac{b}{t}\right) = \left(\frac{40}{2}\right) = 20\,mm$

$$F_{cr_sayap} = k_{sayap} \cdot \frac{\pi^2 . E}{12.(1-\mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2$$ , dengan nilai k pada sayap = 4

$$F_{cr_sayap} = 4 . \frac{\pi^2 . 2.10^5}{12.(1-0{,}3^2)} \cdot \left(\frac{2}{40}\right)^2$$

$$= 1807{,}619 \text{ Mpa}$$

Pada badan $\left(\frac{h}{t}\right) = \left(\frac{125}{2}\right) = 62{,}5\,mm$

$$F_{cr_badan} = k_{badan} \cdot \frac{\pi^2 . E}{12.(1-\mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{h}\right)^2$$ , dengan nilai k pada badan = 4

$$F_{cr\ badan} = 4 . \frac{\pi^2 . 2.10^5}{12.(1-0{,}3^2)} \cdot \left(\frac{2}{125}\right)^2$$

$$= 184{,}91 \text{Mpa}$$

$F_{cr} = F_{cr\ badan} = 184{,}91$Mpa

Pcr = Fcr . A

$= 184{,}91 \times 10^{-3}\ 450 = 83{,}21$ kN

- **Profil Lipped Channel 150×40×11× 2,8**

Pada lip $\left(\frac{d}{t}\right) = \left(\frac{11}{2{,}8}\right) = 3.92$

$$F_{cr_lip} = k_{lip} \cdot \frac{\pi^2.E}{12.(1-\mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{d}\right)^2$$ , dengan nilai k pada lip = 0,425

$$F_{cr\ lip} = 0{,}425 . \frac{\pi^2.2.10^5}{12.(1-0{,}3^2)} \cdot \left(\frac{2{,}8}{11}\right)^2$$

$$= 4977{,}677 \text{ Mpa}$$

Pada sayap $\left(\frac{b}{t}\right) = \left(\frac{40}{2{,}8}\right) = 14{,}29\,mm$

$$F_{cr_sayap} = k_{sayap} \cdot \frac{\pi^2.E}{12.(1-\mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2$$ , dengan nilai k pada sayap = 4

$$F_{cr_sayap} = 4 . \frac{\pi^2.2.10^5}{12.(1-0{,}3^2)} \cdot \left(\frac{2{,}8}{40}\right)^2$$

$$= 3542{,}935 \text{ Mpa}$$

Pada badan $\left(\frac{h}{t}\right) = \left(\frac{150}{2{,}8}\right) = 53{,}57\,mm$

$$F_{cr_badan} = k_{badan} \cdot \frac{\pi^2.E}{12.(1-\mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{h}\right)^2$$ , dengan nilai k pada badan = 4

$$F_{cr_badan} = 4 . \frac{\pi^2.2.10^5}{12.(1-0{,}3^2)} \cdot \left(\frac{2{,}8}{150}\right)^2$$

$$= 251{,}94 \text{ Mpa}$$

$F_{cr} = F_{cr\ badan} = 251{,}94$ Mpa

Pcr = Fcr . A

$= 128{,}542 \times 10^{-3}\ 691{,}6 = 174{,}24$ kN

**Tabel.L 2.2**. Tabel nilai Fcr Profil lipped Channel

| Penampang | *Fcr* sayap | *Fcr* badan | *Fcr* bibir |
|---|---|---|---|
| 75x35x8x1,2 | 849,09 | 184,91 | 16252,09 |
| 100x40x8x2 | 1304,68 | 208,75 | 32617,04 |
| 125x40x10x2 | 1805,79 | 184,91 | 28892,60 |
| 150x40x11x2 | 3539,34 | 251,94 | 46801,24 |

**2. Perhitungan $F_{cr}$ Menurut Schafer (1997)**

- **Profil Lipped Channel 75×35× 8× 1.2**

Pada sayap tepi/lip $\left(\frac{d}{t}\right)=\left(\frac{8}{1,2}\right)=6,67$

$$F_{cr_lip}=k_{lip}\cdot\frac{\pi^2.E}{12.(1-\mu^2)}\cdot\left(\frac{t}{d}\right)^2$$, dengan nilai k, yaitu

$$k_{lip}=-11,07\left(\frac{d}{b}\right)^2+3,95\left(\frac{d}{b}\right)+4$$

$$=-11,07\left(\frac{8}{35}\right)^2+3,95\left(\frac{8}{35}\right)+4$$

$$=4,325$$

Sehingga

$$F_{cr_lip}=4,325.\frac{\pi^2.2.10^5}{12.(1-0,3^2)}\cdot\left(\frac{1,2}{8}\right)^2$$

$$=16252,09 \text{ Mpa}$$

Pada sayap dan badan

$$F_{cr\ \ sayap\ \ badan} = k_{sayap\ _\ badan} \cdot \frac{\pi^2.E}{12.(1-\nu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2 \text{ dengan nilai k, yaitu :}$$

$$k_{sayap_badan} = \left[\left[2-\left(\frac{b}{h}\right)^{0.4}\right].4.\left(\frac{b}{h}\right)^2\right] \quad \text{jika} \frac{h}{b} \geq 1$$

$$\left[\left[2-\left(\frac{h}{b}\right)^{0.2}\right].4\right] \qquad \text{jika} \frac{h}{b} < 1$$

$\frac{h}{b} = \frac{75}{35} = 2{,}143 > 1$, sehingga nilai $k_{sayap_badan} = \left[\left[2-\left(\frac{b}{h}\right)^{0.4}\right].4.\left(\frac{b}{h}\right)^2\right]$

$$k_{sayap_badan} = \left[\left[2-\left(\frac{b}{h}\right)^{0.4}\right].4.\left(\frac{b}{h}\right)^2\right]$$

$$= \left[\left[2-\left(\frac{35}{75}\right)^{0.4}\right].4.\left(\frac{35}{75}\right)^2\right]$$

$$= 1{,}1$$

$$F_{cr_sayap} = k_{sayap} \cdot \frac{\pi^2.E}{12.(1-\nu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2$$

$$= 1{,}1 . \frac{\pi^2.2.10^5}{12.(1-0{,}3^2)} . \left(\frac{1{,}2}{35}\right)^2$$

$$= 233{,}74 \text{ Mpa}$$

$F_{cr} = F_{cr_sayap} = 233{,}74$ Mpa

$$Pcr = Fcr \,.\, A$$

$$= 233{,}74.10^{-3} \times 193.2$$

$$= 45{,}158 \text{ kN}$$

- **Profil Lipped Channel 100×40×8× 1,7**

Pada sayap tepi/lip $\left(\frac{d}{t}\right)=\left(\frac{8}{1,7}\right)=4,71$

$$F_{cr_lip}=k_{lip}.\frac{\pi^2.E}{12.(1-\mu^2)}.\left(\frac{t}{d}\right)^2$$, dengan nilai k, yaitu

$$k_{lip}=-11,07\left(\frac{d}{b}\right)^2+3,95\left(\frac{d}{b}\right)+4$$

$$=-11,07\left(\frac{8}{40}\right)^2+3,95\left(\frac{8}{40}\right)+4$$

$$=4,347$$

Sehingga

$$F_{cr_lip}=4,347.\frac{\pi^2.2.10^5}{12.(1-0,3^2)}.\left(\frac{1,7}{8}\right)^2$$

$$=35482,5 \text{ Mpa}$$

Pada sayap dan badan

$$F_{cr_sayap_badan}=k_{sayap_badan}.\frac{\pi^2.E}{12.(1-\nu^2)}.\left(\frac{t}{b}\right)^2$$ dengan nilai k, yaitu :

$$k_{sayap_badan}=\left[\left[2-\left(\frac{b}{h}\right)^{0.4}\right].4.\left(\frac{b}{h}\right)^2\right] \quad \text{jika}\ \frac{h}{b}\geq 1$$

$$\left[\left[2-\left(\frac{h}{b}\right)^{0.2}\right].4\right] \qquad \text{jika}\ \frac{h}{b}<1$$

$\frac{h}{b}=\frac{100}{40}=2,5>1$, sehingga nilai $k_{sayap_badan}=\left[\left[2-\left(\frac{b}{h}\right)^{0.4}\right].4.\left(\frac{b}{h}\right)^2\right]$

$$k_{sayap_badan} = \left[\left[2-\left(\frac{b}{h}\right)^{0.4}\right].4.\left(\frac{b}{h}\right)^{2}\right]$$

$$= \left[\left[2-\left(\frac{40}{100}\right)^{0.4}\right].4.\left(\frac{40}{100}\right)^{2}\right]$$

$$= 0{,}836$$

$$F_{cr_sayap} = k_{sayap}.\frac{\pi^2.E}{12.\left(1-\nu^2\right)}.\left(\frac{t}{b}\right)^{2}$$

$$= 0{,}836.\frac{\pi^2.2.10^5}{12.\left(1-0{,}3^2\right)}.\left(\frac{1{,}7}{40}\right)^{2}$$

$$= 272{,}955 \text{ Mpa}$$

$F_{cr} = F_{cr_sayap} = 272{,}955$ Mpa

$$Pcr = Fcr \,.\, A$$

$$= 272{,}955.10^{-3} \times 333{,}2$$

$$= 90{,}949 \text{ kN}$$

- **Profil Lipped Channel 125×40×10× 2**

Pada sayap tepi/lip $\left(\frac{d}{t}\right) = \left(\frac{10}{2}\right) = 8.33$

$$F_{cr_lip} = k_{lip}.\frac{\pi^2.E}{12.\left(1-\mu^2\right)}.\left(\frac{t}{d}\right)^{2}$$, dengan nilai k, yaitu

$$k_{lip} = -11{,}07\left(\frac{d}{b}\right)^{2} + 3{,}95\left(\frac{d}{b}\right) + 4$$

$$= -11{,}07\left(\frac{10}{40}\right)^{2} + 3{,}95\left(\frac{10}{40}\right) + 4$$

$= 4{,}296$

Sehingga

$$F_{cr_ujung} = 4{,}296.\frac{\pi^2.2.10^5}{12.(1-0{,}3^2)}.\left(\frac{2}{10}\right)^2$$

$= 1918{,}235$ Mpa

Pada sayap dan badan

$$F_{cr_sayap_badan} = k_{sayap_badan}.\frac{\pi^2.E}{12.(1-\nu^2)}.\left(\frac{t}{b}\right)^2 \text{ dengan nilai k, yaitu :}$$

$$k_{sayap_badan} = \left[\left[2-\left(\frac{b}{h}\right)^{0.4}\right].4.\left(\frac{b}{h}\right)^2\right] \quad \text{jika } \frac{h}{b} \geq 1$$

$$\left[\left[2-\left(\frac{h}{b}\right)^{0.2}\right].4\right] \qquad \text{jika } \frac{h}{b} < 1$$

$\frac{h}{b} = \frac{125}{40} = 3{,}125 > 1$, sehingga nilai $k_{sayap_badan} = \left[\left[2-\left(\frac{b}{h}\right)^{0.4}\right].4.\left(\frac{b}{h}\right)^2\right]$

$$k_{sayap_badan} = \left[\left[2-\left(\frac{b}{h}\right)^{0.4}\right].4.\left(\frac{b}{h}\right)^2\right]$$

$$= \left[\left[2-\left(\frac{40}{125}\right)^{0.4}\right].4.\left(\frac{40}{125}\right)^2\right]$$

$= 0{,}560$

$$F_{cr_sayap} = k_{sayap}.\frac{\pi^2.E}{12.(1-\nu^2)}.\left(\frac{t}{b}\right)^2$$

$$= 0{,}560.\frac{\pi^2.2.10^5}{12.(1-0{,}3^2)}.\left(\frac{2}{40}\right)^2$$

$= 252{,}599$ Mpa

$F_{cr} = F_{cr_sayap} = 252{,}599$ Mpa

$Pcr = Fcr \cdot A$

$= 252{,}599.10^{-3} \times 450$

$= 133{,}669$ kN

- **Profil Lipped Channel 150×40×11× 2,8**

Pada sayap tepi/lip $\left(\frac{d}{t}\right) = \left(\frac{11}{2{,}8}\right) = 3.929$

$$F_{cr_lip} = k_{lip} \cdot \frac{\pi^2.E}{12.(1-\mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{d}\right)^2$$ , dengan nilai k, yaitu

$$k_{lip} = -11{,}07\left(\frac{d}{b}\right)^2 + 3{,}95\left(\frac{d}{b}\right) + 4$$

$$- -11{,}07\left(\frac{11}{40}\right)^2 + 3{,}95\left(\frac{11}{40}\right) + 4$$

$= 4{,}249$

Sehingga

$$F_{cr_lip} = 4{,}249.\frac{\pi^2.2.10^5}{12.(1-0{,}3^2)} \cdot \left(\frac{2{,}8}{11}\right)^2$$

$= 49765{,}06$ Mpa

Pada sayap dan badan

$$F_{cr_sayap_badan} = k_{sayap_badan} \cdot \frac{\pi^2.E}{12.(1-\nu^2)} \cdot \left(\frac{t}{b}\right)^2$$ dengan nilai k, yaitu :

$$k_{sayap_badan} = \left[\left[2-\left(\frac{b}{h}\right)^{0.4}\right].4.\left(\frac{b}{h}\right)^{2}\right] \quad \text{jika } \frac{h}{b} \geq 1$$

$$\left[\left[2-\left(\frac{h}{b}\right)^{0.2}\right].4\right] \qquad \text{jika } \frac{h}{b} < 1$$

$\frac{h}{b} = \frac{150}{40} = 3{,}75 > 1$, sehingga nilai $k_{sayap_badan} = \left[\left[2-\left(\frac{b}{h}\right)^{0.4}\right].4.\left(\frac{b}{h}\right)^{2}\right]$

$$k_{sayap_badan} = \left[\left[2-\left(\frac{b}{h}\right)^{0.4}\right].4.\left(\frac{b}{h}\right)^{2}\right]$$

$$= \left[\left[2-\left(\frac{40}{150}\right)^{0.4}\right].4.\left(\frac{40}{150}\right)^{2}\right]$$

$$= 0{,}427$$

$$F_{cr\ \ sayap} = k_{sayap} \cdot \frac{\pi^2.E}{12.(1-\nu^2)}.\left(\frac{t}{b}\right)^2$$

$$= 0{,}427.\frac{\pi^2.2.10^5}{12.(1-0{,}3^2)}.\left(\frac{2{,}8}{40}\right)^2$$

$$= 378{,}21 \text{ Mpa}$$

$F_{cr} = F_{cr_sayap} = 378{,}21$ Mpa

$$Pcr = Fcr \,.\, A$$

$$= 378{,}21.10^{-3} \times 691{,}6$$

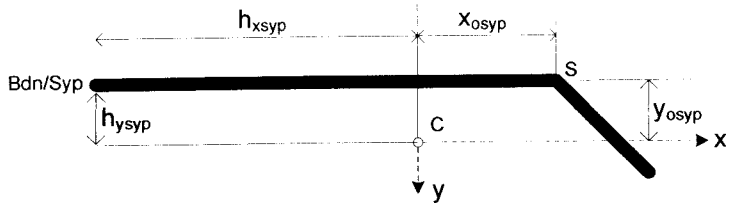
$$= 261{,}569 \text{ kN}$$

**Tabel L.2.2**. Nilai k dengan metode potongan "schafer"

| Penampang | k sayap_bibir | k sayap_badan | Fcr sayap_bibir | Fcr sayap_badan |
|---|---|---|---|---|
| 75x35x8x1,2 | 4,325 | 1,100 | 917,972 | 233,502 |
| 100x40x8x2 | 4,347 | 0,836 | 1417,928 | 272,805 |
| 125x40x10x2 | 4,296 | 0,560 | 1939,247 | 252,599 |
| 150x40x11x2 | 4,249 | 0,401 | 3759,740 | 355,037 |

Dari hasil perhitungan dengan metode potongan"schaffer" untuk nilai Fcr diambil nilai Fcr terkecil yaitu Fcr sayap_badan. Sehingga untuk koefisien tekuk (k) dipakai (k)sayap_badan.

**1. Propertis Sayap Dan Persyaratan Propertis Sayap untuk perhitungan Tekuk Distorsi.**




**Gambar 3.8** Propertis sayap

Modulus elastisitas geser :

$$G = \frac{E}{2(1+\mu)} = 76923{,}08 \qquad G = \frac{2*10\text{^}5}{2(1+0{,}3)} = 76923{,}08$$

Propertis khusus untuk sayap :

$$A_{syp} = (b+d).t \qquad = 51{,}6 \ (mm^2)$$

$$J_{syp} = \frac{1}{3}.b.t^3 + \frac{1}{3}.d.t^3 \qquad = 24{,}77 \ (mm^4)$$

$$I_{xsyp} = \frac{t.\left(t^2.b^2 + 4.b.d^3 - 4.b.d^3.\cos(\theta)^2 + t^2.b.d + d^4 - d^4.\cos(\theta)^2\right)}{12(b+d)}$$

$$= 145{,}88 \ (mm^4)$$

$$I_{ysyp} = \frac{t.\left(b^4 + 4.d.b^3 + 6.d^2.b^2.\cos(\theta) + 4.d^3.b.\cos(\theta)^2 + d^4.\cos(\theta)^2\right)}{12(b+d)}$$

$$= 7388{,}86 \ (mm^4)$$

$$I_{xysyp} = \frac{t.b.d^2.\sin(\theta)(b+d.\cos(\theta))}{4(b+d)} \qquad = 68{,}37 \ (mm^4)$$

$$I_{osyp} = \frac{t.b^3}{3} + \frac{b.t^3}{12} + \frac{t.d^3}{3} \qquad = 17359{,}84 \ (mm^4)$$

$$x_{osyp} = \frac{b^2 - d^2.\cos(\theta)}{2.(b+d)}$$ x jarak pusat luasan dari pusat geser = 14,24 (mm)

$$y_{osyp} = \frac{-d^2.\sin(\theta)}{2(b+d)}$$ y jarak pusat luasan dari pusat geser = -0,74 (mm)

$$h_{xsyp} = \frac{-\left(b^2 + 2.d.b + d^2.\cos(\theta)\right)}{2(b+d)}$$ x jarak dari pusat hubungan bdn/syp

= -20,76 (mm)

$$h_{ysyp} = \frac{-d^2.\sin(\theta)}{2(b+d)}$$ y jarak dari pusat hubungan badan/sayap

= -0,74 (mm)

$$C_{bdnsyp} = 0(mm^6)$$

**2. Tekuk Distorsi**

$$L_{cr} = \left(\frac{6\pi^4 h\left(1-\mu^2\right)}{t^3}\left(I_{xsyp}(x_o - h_x)^2 + C_{bdnsyp} - \frac{I^2_{xysyp}}{I_{ysyp}}(x_o - h_x)^2\right)\right)^{1/4}$$

= 1137,36

$$k_{\phi sype} = \left(\frac{\pi}{L}\right)^4\left(I_{xsyp}(x_o - h_x)^2 + C_{bdnsyp} - \frac{I^2_{xysyp}}{I_{ysyp}}(x_o - h_x)^2\right)E + \left(\frac{\pi}{L}\right)^2 GJ_{syp}$$

= 4,59

$$k_{\phi sypg} = \left(\frac{\pi}{L}\right)^2 \left[ A_{syp} \left( \begin{array}{l} (x_o - h_x)^2 \left( \frac{I^2_{xysyp}}{I_{ysyp}} \right)^2 + h_x{}^2 \\ -2y_o (x_o - h_x) \left( \frac{I_{xysyp}}{I_{ysyp}} \right) + y_o{}^2 \end{array} \right) + I_{xsyp} + I_{ysyp} \right]$$

$$= 843{,}96$$

$$k_{\phi bdne} = \frac{Et^3}{6h\left(1-\mu^2\right)} = 843{,}96$$

$$k_{\phi bdng} = \left(\frac{\pi}{L}\right)^2 \frac{th^3}{60} = 1{,}30$$

$$F_{crd} = \frac{k_{\phi sype} + k_{\phi bdne}}{k_{\phi sypg} + k_{\phi bdng}} = 336{,}27 \text{ Mpa}$$

**Tabel L.2.1** Proferti sayap yang diketahui untuk perhitungan tekuk distorsi

| Penampang | h | b | d | θ | t | E |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 75x35x8x1,2 | 75 | 35 | 8 | 90 | 1,2 | 200000 |
| 100x40x1,7x2 | 100 | 40 | 8 | 90 | 1,7 | 200000 |
| 125x40x10x2 | 125 | 40 | 10 | 90 | 2 | 200000 |
| 150x40x11x2,8 | 150 | 40 | 11 | 90 | 2,8 | 200000 |

| penampang | v | f | A | G |
|---|---|---|---|---|
| 75x35x8x1,2 | 0,3 | 50 | 51,6 | 76923,08 |
| 100x40x8x1,8 | 0,3 | 50 | 81,6 | 76923,08 |
| 125x40x10x2 | 0,3 | 50 | 100 | 76923,08 |
| 150x40x11x2,8 | 0,3 | 50 | 142,8 | 76923,08 |

| j | ix | Iy | Ixy | Io | Xo |
|---|---|---|---|---|---|
| 24,77 | 181,26 | 6680,52 | 68,37 | 17359,84 | 14,24 |
| 78,61 | 270,24 | 13600,00 | 113,33 | 36573,18 | 16,67 |
| 133,33 | 593,33 | 17066,67 | 160,00 | 43360,00 | 16,00 |
| 373,18 | 1114,49 | 24596,08 | 241,57 | 61048,77 | 15,69 |

| Yo | hx | hy |
|---|---|---|
| -0,74 | -20,76 | -0,74 |
| -0,67 | -23,33 | -0,67 |
| -1,00 | -24,00 | -1,00 |
| -1,19 | -24,31 | -1,19 |

| Lcr | Kφfe | Kφfg | Kφwe | Kφwg | Fcr_dist_schafer |
|---|---|---|---|---|---|
| 267,18 | 1107,11 | 4,03 | 843,96 | 1,17 | 375,77 |
| 261,20 | 2673,46 | 8,44 | 1799,63 | 4,09 | 356,97 |
| 297,69 | 3485,44 | 8,39 | 2344,32 | 7,24 | 372,80 |
| 283,43 | 8883,91 | 13,56 | 5360,68 | 19,33 | 433,09 |

**3. Penampang keseluruhan profil dan proferti gross untuk analisis tekuk keseluruhan dari lipped channel**

| h | b | d | t | A | b/h | Ix | Iy | rx | ry |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 75 | 35 | 8 | 1,2 | 193,2 | 0,47 | 181972,18 | 34084,84 | 30,69 | 13,28 |
| 100 | 40 | 8 | 1,7 | 333,2 | 0,40 | 539399,69 | 72580,83 | 40,23 | 14,76 |
| 125 | 40 | 10 | 2 | 450 | 0,32 | 1083157,50 | 98230,00 | 49,06 | 14,77 |
| 150 | 40 | 11 | 2,8 | 705,6 | 0,27 | 2345810,88 | 150003,53 | 57,66 | 14,58 |

| j | Xcg | Xo | m |
|---|---|---|---|
| 92,736 | 11,087 | 27,561 | 16,474 |
| 320,9827 | 11,429 | 29,035 | 17,606 |
| 600 | 10,667 | 27,928 | 17,261 |
| 1843,968 | 9,841 | 26,449 | 16,609 |

| C wterm1 | C wterm2 | C wterm3 | C wterm4 | cw |
|---|---|---|---|---|
| 1035545261 | -331735656,7 | 12569354,55 | 4662267589 | 40089291,03 |
| 3115022802 | -452190101,5 | 14726232,51 | 13754525789 | 142523183,8 |
| 5281275478 | 1589624093 | 19791873,33 | 27439501564 | 305157271,2 |
| 8081791511 | 6379483727 | 14805581,56 | 45704320536 | 668671126,2 |

## 4. *overall (global, long-wavelength)buckling modes as per AISI(1996)*

**Elastic Flexural buckling about the x-axis (Fex)**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 185732,18 | 46433,05 | 20636,91 | 11608,26 | 7429,29 | 5159,23 |
| 319223,60 | 79805,90 | 35469,29 | 19951,47 | 12768,94 | 8867,32 |
| 474644,43 | 118661,11 | 52738,27 | 29665,28 | 18985,78 | 13184,57 |
| 655577,01 | 163894,25 | 72841,89 | 40973,56 | 26223,08 | 18210,47 |

**Elastic Flexural buckling about the y-axis (Fey)**

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 34789,12 | 8697,28 | 3865,46 | 2174,32 | 1391,56 | 966,36 |
| 42954,26 | 10738,56 | 4772,70 | 2684,64 | 1718,17 | 1193,17 |
| 43044,82 | 10761,21 | 4782,76 | 2690,30 | 1721,79 | 1195,69 |
| 41921,06 | 10480,26 | 4657,90 | 2620,07 | 1676,84 | 1164,47 |

**Elastic flexurel-torsional buckling (Fet)** ($\sigma_{ex}$ = Fex)

| ro | σt | | | | | | β |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 43,34 | 87174,59 | 21808,39 | 9703,54 | 5466,84 | 3505,86 | 2440,63 | 0,60 |
| 51,77 | 125933,06 | 31504,01 | 14017,14 | 7896,74 | 5063,87 | 3525,03 | 0,69 |
| 58,35 | 157105,57 | 39298,98 | 17482,95 | 9847,34 | 6313,14 | 4393,33 | 0,77 |
| 65,09 | 176476,76 | 44154,78 | 19650,70 | 11074,28 | 7104,62 | 4948,26 | 0,83 |

| Fet | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 70029,59 | 17516,40 | 7791,73 | 4388,09 | 2812,69 | 1956,91 |
| 108399,04 | 27114,50 | 12061,81 | 6793,36 | 4354,81 | 3030,16 |
| 142986,01 | 35764,72 | 15908,92 | 8959,39 | 5742,74 | 3995,42 |
| 167045,08 | 41792,70 | 18597,81 | 10479,59 | 6722,01 | 4680,85 |

Jadi nilai Fe yaitu nilai minimum dari harga [ Fex , Fey , Fet ], maka Fe = Fey= Fy (tegangan leleh)

**Tabel L3.** $\frac{K_x L_x}{r_x}$

| L=100 | L2=200 | L3=300 | L=400 | L5=500 | L6=600 |
|---|---|---|---|---|---|
| 3,26 | 6,52 | 9,78 | 13,03 | 16,29 | 19,55 |
| 2,49 | 4,97 | 7,46 | 9,94 | 12,43 | 14,91 |
| 2,04 | 4,08 | 6,11 | 8,15 | 10,19 | 12,23 |
| 1,73 | 3,47 | 5,20 | 6,94 | 8,67 | 10,41 |

**Tabel L3.** $\frac{K_y L_y}{r_y}$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 7,53 | 15,06 | 22,59 | 30,12 | 37,64 | 45,17 |
| 6,78 | 13,55 | 20,33 | 27,10 | 33,88 | 40,65 |
| 6,77 | 13,54 | 20,31 | 27,07 | 33,84 | 40,61 |
| 6,86 | 13,72 | 20,58 | 27,43 | 34,29 | 41,15 |

**Tabel L3.** $\frac{K_y L_y}{r_y}$

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| 2500 | 10000 | 22500 | 40000 | 62500 | 90000 |

# LAMPIRAN 4

Kekuatan maksimum AISI untuk tinggi dan lebar effektif badan, sayap dan lip penampang.

1. Lebar efektif badan

Profil 75×35×8×1,2 h = 75, b = 35 dan d = 8

Fe = 966,36 Mpa

Fy = 386,27 Mpa

$\lambda_c = \sqrt{\frac{fy}{Fe}} = 0{,}63$

$Fn = 0{,}658^{\lambda_c^2} . fy = 326{,}15$ Mpa

$k_{badan} = 4$

$f_{cr_badan} = k_{badan} \cdot \frac{\pi^2 . E}{12.(1-\mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{h}\right)^2 = 184{,}91$Mpa

Angka kelangsingan ($\lambda$)

$\lambda = \frac{1{,}052}{\sqrt{k_{badan}}} . (\frac{h}{t}) . \sqrt{\frac{F_n}{E}}$ $\lambda = 1{,}33$

$\rho = 1$ jika $\lambda \leq 0{,}673$ atau $\rho = \frac{\left(1 - \frac{0{,}22}{\lambda}\right)}{\lambda}$ jika $\lambda \geq 0{,}673$

maka $\rho = 0{,}63$

Jadi lebar efektif untuk badan

$h_{eff} = \rho . h$ $h_{eff} = 47{,}10$ mm

2. Lebar effektif untuk sayap

$S = 1{,}28 \cdot \sqrt{\frac{E}{F_n}} = 33{,}25 \qquad Is = \frac{t.d^3.(\sin 90)^2}{12} = 51{,}20$

$k_{AISI} = 4$ jika $\frac{b}{t} \le \frac{S}{3} \le S$

$k_u = 0{,}42$

$Ia = t^4 \cdot 399. \left[ \frac{\frac{b}{t}}{S} - \left( \frac{k_u}{4} \right)^{\frac{1}{2}} \right]^3 = 172{,}67 \qquad n = \frac{1}{2}$

$C2 \leftarrow \min \left( \left[ \frac{Is}{Ia} .1 \right] \right) = 0{,}30$

$C1 \leftarrow 2 - C2 = 1{,}70$

$k_a = \left( \left[ 5{,}25 - 5. \frac{d}{b} .4 \right] \right) = 0{,}68$

$k_{AISI} = C2^n . ( k_a - k_u ) + k_u = 0{,}57$

$\lambda = \frac{1{,}052}{\sqrt{k_{AISI}}} . (\frac{b}{t}) . \sqrt{\frac{F_n}{E}} \qquad \lambda = 1{,}65$

$\rho = 1$ jika $\lambda \le 0{,}673$ atau $\rho = \frac{\left( 1 - \frac{0{,}22}{\lambda} \right)}{\lambda}$ jika $\lambda \ge 0{,}673$

maka $\rho = 0{,}53$

Jadi lebar efektif untuk badan

$b_{eff} = \rho . b \qquad b_{eff} = 18{,}38$ mm

3. Lebar efektif lip

Reduksi pertama

$k_{lip} = 0{,}43$

$$F_{cr_lip} = k_{lip} \cdot \frac{\pi^2 . E}{12.(1-\mu^2)} \cdot \left(\frac{t}{d}\right)^2 = 1747{,}10 \text{ MPa}$$

$$\lambda = \frac{1{,}052}{\sqrt{k_{lip}}} . \left(\frac{d}{t}\right) . \sqrt{\frac{F_n}{E}} \qquad \lambda = 0{,}43$$

$\rho = 1$ karena $\lambda \leq 0{,}673$

$d_{s_p} = \rho \, . \, d = 8$ mm

Reduksi kedua

$$Ia = t^4 \, . \, 399. \left[ \frac{\frac{b}{t}}{S} - \left(\frac{0{,}43}{4}\right)^{\frac{1}{2}} \right]^3 = 172{,}67$$

$$C2 = \min\left(\left[\frac{Is}{Ia} . 1\right]\right) = 0{,}30$$

Maka $d_{eff} = C2 \, . \, d_{s_p} = 2{,}37$ mm

Untuk luas efektif

$A_{eff} = t.( h_{eff} + 2. b_{eff} + 2. d_{eff} ) = 106{,}33$ mm

Tabel L4.1 menunjukkan lebar efektif untuk badan, sayap, lip, dan luas efektif profil yang lainnya.

**L4.1** Lebar efektif badan penampang

| penampang | λc | Fn(Mpa) | k(web) | Fcr_web | λ | h(mm) | ρ | heff(mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 75x35x8x1,2 | 0,63 | 326,76 | 4 | 184,91 | 1,33 | 75 | 0,63 | 47,10 |
| 100x40x8x1,7 | 0,53 | 301,39 | 4 | 208,75 | 1,20 | 100 | 0,68 | 68,01 |
| 125x40x10x2 | 0,50 | 270,44 | 4 | 184,91 | 1,21 | 125 | 0,68 | 84,58 |
| 150x40x11x2,8 | 0,46 | 227,96 | 4 | 251,69 | 0,95 | 150 | 0,81 | 121,21 |

L4.2 Lebar efektif sayap penampang

| penampang | S | ls | ku | la | n | C2 | C1 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 75x35x8x1,2 | 31,67 | 51,20 | 0,43 | 172,67 | 0,5 | 0,30 | 1,70 |
| 100x40x8x1,7 | 32,97 | 72,53 | 0,43 | 191,24 | 0,5 | 0,38 | 1,62 |
| 125x40x10x2 | 34,81 | 67,00 | 0,43 | 67,36 | 0,5 | 0,99 | 1,01 |
| 150x40x11x2,8 | 37,91 | | | | | | |

| penampang | ka | k_AISI | Fcr AISI (Mpa) | λ | b | ρ | beff (mm) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 75x35x8x1,2 | 0,68 | 0,57 | 120,01 | 1,65 | 35 | 0,53 | 18,38 |
| 100x40x8x1,7 | 1,25 | 0,94 | 339,50 | 0,94 | 40 | 0,81 | 32,54 |
| 125x40x10x2 | 0,25 | 0,25 | 113,08 | 1,55 | 40 | 0,55 | 22,19 |
| 150x40x11x2,8 | | 4 | 249,38 | 0,96 | 40 | 0,81 | 32,21 |

L4.3 Lebar efektif lip dan luas efektif penampang

| penampang | k lip | Fcr | λ | ρ | ds_p | la | C2 | d | deff(mm) | Aeff(mm^2) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 75x35x8x1,2 | 0,43 | 1747,10 | 0,43 | 1 | 8 | 172,67 | 0,30 | 8 | 2,37 | 106,33 |
| 100x40x8x1,7 | 0,43 | 3506,33 | 0,29 | 1 | 8 | 191,24 | 0,38 | 8 | 3,03 | 236,57 |
| 125x40x10x2 | 0,43 | 3105,95 | 0,29 | 1 | 10 | 67,36 | 0,99 | 10 | 9,95 | 297,70 |
| 150x40x11x2,8 | 0,43 | 5031,13 | 0,21 | 1 | 11 | | 1,00 | 11 | 11 | 581,36 |

# LAMPIRAN 5

# Perhitungan Koefisien Tekuk

## 1. Koefisien Tekuk Uji Desak

### a) Benda uji 75×35×8×1,2 cm L= 10cm

$F_{cr}$ = 334,50 Mpa

b = 35 mm

t = 1,2 mm

E = $2.10^5$

$\mu$ = 0,3

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

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

$$k = \frac{334{,}5\times12\times\left(1-0{,}3^2\right)\left(\frac{35}{1{,}2}\right)^2}{3{,}14^2\times2.10^5} = 1{,}576$$

### b) Benda uji 20 cm

$F_{cr}$ = 320,91 Mpa

b = 35 mm

t = 1,2 mm

E = $2.10^5$

$\mu$ = 0,3

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

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

$$k = \frac{320,91 \times 12 \times (1-0,3^2)\left(\frac{35}{1,2}\right)^2}{3,14^2 \times 2.10^5} = 1,512$$

**c) Benda uji 30 cm**

$F_{cr}$ = 311,21 Mpa

b = 35 mm

t = 1,2 mm

E = $2.10^5$

$\mu$ = 0,3

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

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

$$k = \frac{311,21 \times 12 \times (1-0,3^2)\left(\frac{35}{1,2}\right)^2}{3,14^2 \times 2.10^5} = 1,466$$

**d) Benda uji 40 cm**

$F_{cr}$ = 305,38 Mpa

b = 35 mm

t = 1,2 mm

E = $2.10^5$

$\mu = 0,3$

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

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

$$k = \frac{305,38\times 12\times\left(1-0,3^2\right)\left(\frac{35}{1,2}\right)^2}{3,14^2\times 2.10^5} = 1,439$$

**e) Benda uji 50 cm**

$F_{cr}$ = 300,21 Mpa

b = 35 mm

t = 1,2 mm

E = $2.10^5$

$\mu = 0,3$

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

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

$$k = \frac{300,21\times 12\times\left(1-0,3^2\right)\left(\frac{35}{1,2}\right)^2}{3,14^2\times 2.10^5} = 1,415$$

**f) Benda uji 60 cm**

$F_{cr}$ = 293,09Mpa

b = 35 mm

t = 1,2 mm

E = $2.10^5$

$\mu$ = 0,3

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

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

$$k = \frac{293,09\times 12\times\left(1-0,3^2\right)\left(\frac{35}{1,2}\right)^2}{3,14^2\times 2.10^5} = 1,381$$

**Tabel L6. 1** Koefisien tekuk uji desak profil C75×35×8×1,2

| Benda uji | panjang kolom(mm) | Fcr (Mpa) | π | A | b/t | μ | Koefisien tekuk (k) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 75x35x8x1,2 | 100 | 334,50 | 3,14 | 193,2 | 29,17 | 0,3 | 1,576 |
| | 200 | 320,91 | 3,14 | 193,2 | 29,17 | 0,3 | 1,512 |
| | 300 | 311,21 | 3,14 | 193,2 | 29,17 | 0,3 | 1,466 |
| | 400 | 305,38 | 3,14 | 193,2 | 29,17 | 0,3 | 1,439 |
| | 500 | 300,21 | 3,14 | 193,2 | 29,17 | 0,3 | 1,415 |
| | 600 | 293,09 | 3,14 | 193,2 | 29,17 | 0,3 | 1,381 |

**Tabel L6. 2**Koefisien tekuk uji desak profil C100×40×8×1,7

| benda uji | panjang kolom(mm) | Fcr (Mpa) | π | A | b/t | μ | Koefisien tekuk (k) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 100x40x8x2 | 100 | 259,60 | 3,14 | 333,2 | 23,53 | 0,3 | 0,796 |
| | 200 | 247,37 | 3,14 | 333,2 | 23,53 | 0,3 | 0,758 |
| | 300 | 238,22 | 3,14 | 333,2 | 23,53 | 0,3 | 0,730 |
| | 400 | 228,84 | 3,14 | 333,2 | 23,53 | 0,3 | 0,702 |
| | 500 | 222,09 | 3,14 | 333,2 | 23,53 | 0,3 | 0,681 |
| | 600 | 217,59 | 3,14 | 333,2 | 23,53 | 0,3 | 0,667 |

**Tabel L6. 3** Koefisien tekuk uji desak profil C125×40×10×2

| Benda uji | panjang kolom(mm) | Fcr (Mpa) | π | A | b/t | μ | Koefisien tekuk (k) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 125x40x10x2 | 100 | 236,11 | 3,14 | 450 | 20 | 0,3 | 0,523 |
| | 200 | 222,22 | 3,14 | 450 | 20 | 0,3 | 0,492 |
| | 300 | 213,61 | 3,14 | 450 | 20 | 0,3 | 0,473 |
| | 400 | 205,00 | 3,14 | 450 | 20 | 0,3 | 0,454 |
| | 500 | 194,44 | 3,14 | 450 | 20 | 0,3 | 0,431 |
| | 600 | 180,83 | 3,14 | 450 | 20 | 0,3 | 0,401 |

**Tabel L6. 4** Koefisien tekuk uji desak profil C150×40×10×2,8

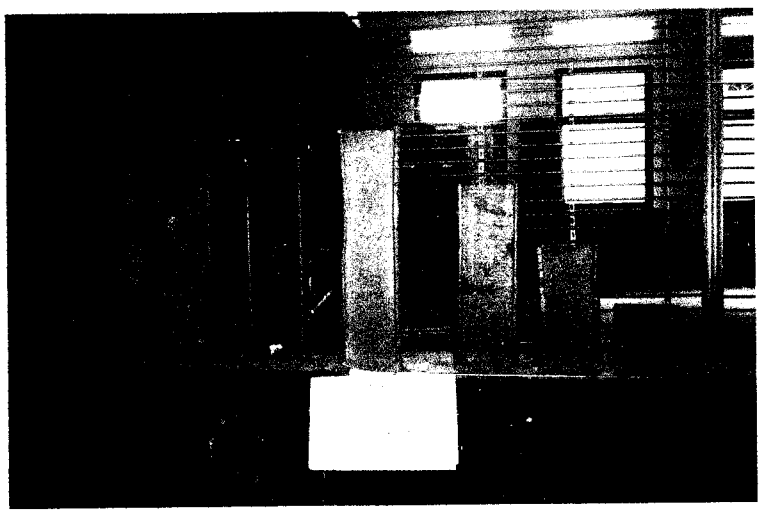
| Benda uji | panjang kolom(mm) | Fcr (Mpa) | π | A(cm) | b/t | μ | Koefisien tekuk (k) |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 150x40x11x2 | 100 | 230,44 | 3,14 | 691,6 | 14,29 | 0,3 | 0,261 |
| | 200 | 217,43 | 3,14 | 691,6 | 14,29 | 0,3 | 0,246 |
| | 300 | 202,68 | 3,14 | 691,6 | 14,29 | 0,3 | 0,229 |
| | 400 | 194,48 | 3,14 | 691,6 | 14,29 | 0,3 | 0,220 |
| | 500 | 182,19 | 3,14 | 691,6 | 14,29 | 0,3 | 0,206 |
| | 600 | 168,59 | 3,14 | 691,6 | 14,29 | 0,3 | 0,191 |

# LAMPIRAN 6

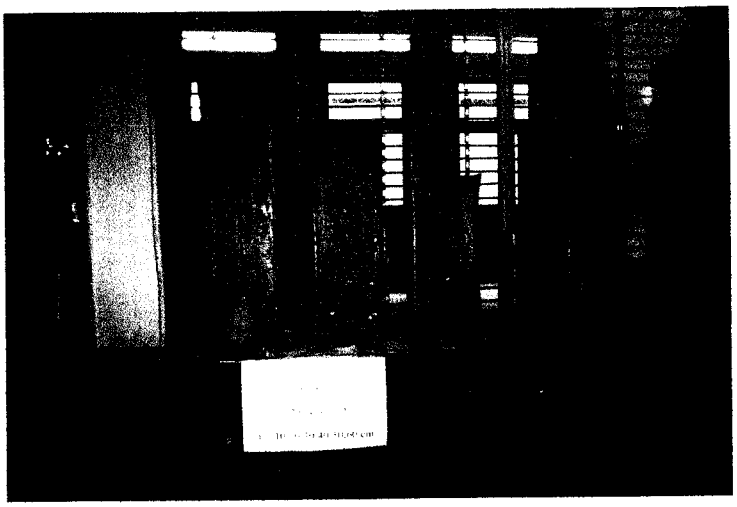
# Dokumentasi Pelaksanaan Pengujian



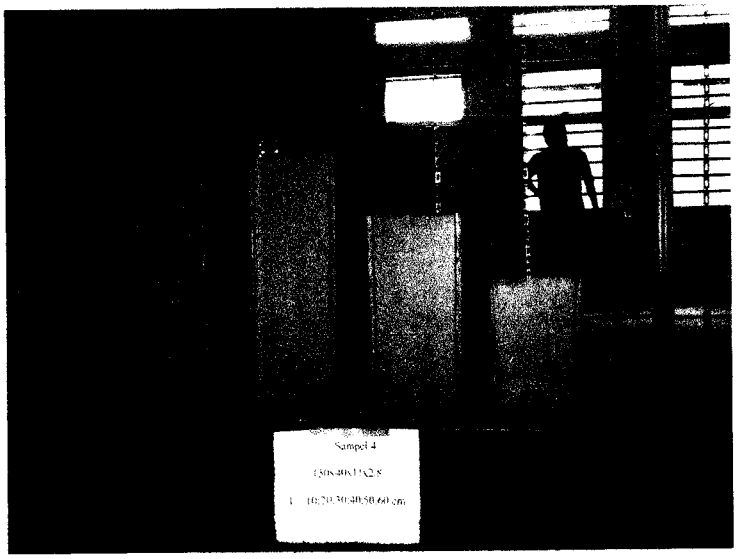
**Gambar L7. 1** Benda uji 1 setelah pengujian



**Gambar L7. 2** Benda uji 2 setelah pengujian



**Gambar L7. 3** Benda uji 3 setelah pengujian




**Gambar L7.4** Benda uji 4 setelah pengujian