

TUGAS AKHIR
STUDI KOMPARASI
KOLOM BAJA DENGAN CARA
PPBBG '87 DAN AISC



Disusun Oleh :

MARYANTO

No. Mhs. : 88 310 009

NIRM : 885041330009

V. SIWARAMAN

No. Mhs. : 88 310 180

NIRM : 885014330157

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

1996

TUGAS AKHIR

STUDI KOMPARASI

KOLOM BAJA DENGAN CARA

PPBBG '87 DAN AISC

Diajukan Kepada Universitas Islam Indonesia
Untuk memenuhi Sebagai Persyaratan Mempeoleh
Derajat Sarjana Teknik Sipil

Disusun Oleh :

MARYANTO

No. Mhs. : 88 310 009
NIRM : 885041330009

V. SIWARAMAN

No. Mhs. : 88 310 180
NIRM : 885014330157

JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN
UNIVERSITAS ISLAM INDONESIA
YOGYAKARTA

1996

**LEMBAR PENGESAHAN
TUGAS AKHIR**

**STUDI KOMPARASI
KOLOM BAJA DENGAN CARA
PPBBG '87 DAN AISC**

Disusun Oleh :

MARYANTO

No. Mhs. : 88 310 009
NIRM : 885041330009

V. SIWARAMAN

No. Mhs. : 88 310 180
NIRM : 885014330157

Telah Diperiksa dan Disetujui oleh :

Dosen Pembimbing

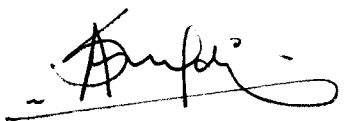
Tanda Tangan

Ir. H.M. Samsudin

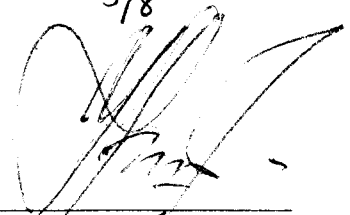
Pembimbing I

Ir. Ilman Noor, MSCE

Pembimbing II



Tanggal : 19/8-'96



Tanggal : 13/8-'96

KATA PENGANTAR

Bismillaahirrahmaanirraahiim

Assalaamu'alaikum Wr. Wb.

Semoga keberkahan, Rahmat dan Hidayah Allah SWT pada kita semua. Shalawat dan salam semoga selalu tercurah pada junjungan nabi Muhammad SAW. beserta keluarganya, sahabat, dan kaum muslim yang selalu menegakkan Ad-Din di muka bumi ini.

Tugas Akhir yang kami buat ini adalah study literatur yang berjudul "**Studi Komparasi Kolom Baja dengan Cara PPBBG '87 dan AISC**".

Atas terselesaikannya Tugas Akhir ini, dengan segala kerendahan dan kekurangannya tak lupa kami ucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Bapak Ir. H. Susastrawan, MS. selaku Dekan pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
2. Bapak Ir. H. ^{M.}Samsudin, selaku Dosen Pembimbing dan Penguji I yang telah membimbing dan memberi penngarahan serta saran dalam penyelesaian Tugas Akhir.
3. Bapak Ir. Ilman Noor, MSCE. selaku Dosen Pembimbing dan Penguji II yang telah membimbing dan memberi pengarahan serta saran dalam penyelesaian Tugas Akhir.
4. Bapak Ir. Munadhir, MS. selaku Dosen Penguji III.

5. Bapak Ir. Bambang Sulistiono, MSCE. selaku Ketua Jurusan Teknik Sipil, pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
6. Dosen dan karyawan Jurusan Teknik Sipil, pada Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta.
7. Orang tua, serta saudara tercinta yang selalu memberikan dorongan, baik moril maupun materiil dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.
8. Teman-teman mahasiswa dan semua pihak yang tidak sempat kami sebutkan satu-persatu, yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini.

Kami menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan ilmu yang kami miliki, oleh karena itu kami dengan tangan terbuka menerima kritik dan saran yang bersifat membangun guna penyempurnaan Tugas Akhir ini. Semoga Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi para pembaca sekalian.

Akhir kata kami mohon maaf yang sebesar-besarnya atas segala kesalahan dan kekurangannya dalam penyelesaian Tugas Akhir ini. Semoga Allah SWT. selalu membalas amal baik dan keikhlasan bagi mereka yang telah membantu dalam penyelesaian Tugas Akhir ini dengan pahala sebagai amalan sholihah disisi Allah SWT.

Aaamin

Wassalaamu'alaikum Wr. Wb.

Yogyakarta, Juli 1996
penyusun,

(Maryanto / V. Siwaraman)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR NOTASI	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
INTISARI	xviii
BAB I. PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Pokok Masalah	2
1.3. Batasan Masalah	4
1.4. Tujuan	4
1.5. Manfaat	4
1.6. Keaslian	4

BAB II. TEORI-TEORI TEKUK

2.1. Tekuk Elastis	5
2.2. Tekuk In-Elastis	10
2.2.1. Teori Tangan Modulus	10
2.2.2. Teori Modulus Ganda	12

BAB III. JENIS-JENIS KOLOM BAJA

3.1. Profil Batang Tunggal	15
3.1.1. Penampang Bulat	15
3.1.2. Penampang Kotak	16
3.1.3. Penampang Siku	16
3.1.4. Penampang Wide Flange	16
3.1.5. Penampang T	16
3.2. Profil Batang Tersusun	17
3.2.1. Dengan Batang Penghubung Melintang	18
3.2.2. Dengan Batang Penghubung Diagonal	8
3.2.3. Dengan Penghubung Cover Plate	18

BAB IV. KOLOM DENGAN GAYA TEKAN SENTRIS

4.1. Dasar Perencanaan Kekuatan	20
4.2. Perencanaan Menurut PPBBG '87	21
4.2.1. Penentuan Tegangan yang Diijinkan	21
4.2.2. Penentuan Angka Kelangsingan	23
1. Batang Tunggal	23

2. Batang Tersusun	23
3. Batang tidak Prismatis	30
4.2.3. Angka Perbandingan Lebar Tebal Elemen	33
4.3. Perencanaan Menurut AISC	35
4.3.1. Penentuan Tegangan yang Diijinkan	35
4.3.2. Penentuan Angka Kelangsingan	36
1. Batang Tunggal	36
2. Batang Tersusun	36
3. Batang Tidak Prismatis	38
4.3.3. Angka Perbandingan Lebar Tebal Elemen	39

BAB V KOLOM DENGAN GAYA TEKAN EKSENTRIS

5.1. Dasar Perencanaan Kekuatan	41
5.2. Perencanaan Menurut PPBBG '87	43
5.2.1. Penentuan Panjang Efektif	43
5.2.2. Kolom-kolom yang Ujungnya tidak Bergoyang	45
5.2.3. Kolom-kolom yang Ujungnya Bergoyang	49
5.3. Perencanaan Menurut AISC	50
5.3.1. Penentuan Panjang Efektif	52
5.3.2. Kolom kolom yang Ujungnya Bergoyang dan Tidak Bergoyang	53

BAB VI ANALISA DAN PEMBAHASAN

6.1. Analisa	58
--------------------	----

6.1.1. Kolom Dengan Gaya Tekan Sentris	58
1. Batang Tunggal	58
a. PPBBG '87	59
b. AISC	75
2. Batang Tersusun	84
a. PPBBG '87	86
b. AISC	105
6.1.2. Kolom dengan Gaya Tekan Eksentris	118
a. PPBBG '87	119
b. AISC	145
6.2. Pembahasan	166
6.2.1. Perencanaan Kolom atau Batang Tekan	168
 BAB VII KESIMPULAN DAN SARAN	
7.1. Kesimpulan	175
7.2. Saran	176
 DAFTAR PUSTAKA	 177
 LAMPIRAN	

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Diagram Tegangan-regangan Baja Stuktur	3
Gambar 2.1 Batang Lurus Dibebani Gaya Aksial	6
Gambar 2.2 Data Uji Kolom	7
Gambar 2.3 Harga F_a Versus L_k/r	7
Gambar 2.4 Faktor Panjang Efektif Untuk Kolom Dibebani Secara Terpusat Dengan Pelbagai Kondisi yang Ideal	8
Gambar 2.5 Panjang Efektif KL Untuk Struktur Portal	9
Gambar 2.6 Teori Modulus Tangen Dari Engesser	11
Gambar 2.7 Penjelasan Teori Modulus Ganda	12
Gambar 2.8 Elemen batang dengan Panjang dx	13
Gambar 2.9 Tegangan Berdasarkan Persamaan Euler, Tangen Modulus, dan Modulus Ganda	14
Gambar 3.1 Beberapa Bentuk Batang Tekan tunggal	17
Gambar 3.2 Beberapa Bentuk Batang tekan Tersusun	17
Gambar 3.3 Batang-batang Tersusun Melintang, Diagonal dan Cover Plate	19
Gambar 4.1 Batang Prismatis Tersusun Dihubungkan dengan Pelat Melintang	26

Gambar 4.2. Batang Prismatis Tersusun Dihubungkan dengan Batang Diagonal	27
Gambar 4.3. Batang Tersusun Tanpa Sumbu Bahan	28
Gambar 4.4. Batang Tersusun dengan Jarak Antara Sama dengan Pelat Kopel	29
Gambar 4.5. Batang Tidak Prismatis dengan Gaya Tekan Sentris (Kondisi-1)	30
Gambar 4.6. Bentuk Penampang untuk Menetapkan Koefisien C_1 , C_x dan C_y (Kondisi-2)	31
Gambar 4.7. Bentuk Penampang Untuk menetapkan Koefisien C_1 , C_x dan C_y (Kondisi-3)	32
Gambar 4.8. Pelat Yang Tidak Diperkuat	34
Gambar 4.9. Pelat Yang Diperkuat	34
Gambar 4.10. Faktor Panjang Efektif Untuk Kolom Yang Mendapat Pembe- banan Terpusat dengan Berbagai Idealisasi Kondisi Ujung	38
Gambar 4.11 Batang Tersusun Dihubungkan dengan Lacing	39
Gambar 5.1. Nomogram untuk Panjang Efektif Kolom Pada Rangka	43
Gambar 5.2. Harga G_a dan G_b	44
Gambar 5.3. Kelengkungan Batang	51
Gambar 5.4. Harga C_b untuk Berbagai macam Konstruksi	57
Gambar 6.1 Panjang Tekuk Kolom	58
Gambar 6.2. Penampang Kolom Tersusun melintang	84
Gambar 6.3. Penampang Kolom Tersusun Diagonal	85
Gambar 6.4. Kolom Portal	118

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Panjang Tekuk	22
Tabel 4.2. Keadaan Ujung Batang	22
Tabel 4.3. Harga-harga untuk Cl, Clx, dan Cly (Kondisi 1)	31
Tabel 4.4. Harga-harga untuk Cl, Clx, dan Cly (Kondisi 2)	32
Tabel 4.5. Harga-harga untuk Clx (Kondisi 3)	32
Tabel 4.6. Harga-harga untuk Cly (Kondisi 3)	33
Tabel 4.7. Angka Perbandingan Lebar-Tebal elemen untuk Batang Tekan	41
Tabel 5.1. Faktor Amplifikasi (ψ) dan Cm	52
Tabel 6.1. Tegangan Ijin Tekuk dan Tegangan Terjadi pada Kolom dengan Gaya Tekan Sentris (Batang Tunggal)	170
Tabel 6.2. Tegangan Ijin Tekuk dan Tegangan Terjadi pada Kolom dengan Gaya Tekan Sentris (Batang Tersusun)	170
Tabel 6.3. Tegangan Terjadi (PPBBG '87) dan Hasil persamaan Interaksi (AISC) pada Kolom dengan Gaya Tekan Eksentris	170

Tabel 6.4. Perbandingan Tegangan Ijin Batang	
Desak Aksial PPBBG '87 dan AISC	171
Tabel 6.5. Perbandingan Tegangan Ijin Batang Desak	
Aksial PPBBG '87 dan AISC untuk $\lambda = 61-69$	172

DAFTAR NOTASI

- a = jarak sumbu elemen-elemen batang tersusun
- A = luas penampang
- Abr = luas penampang bruto
- Ad = luas penampang satu batang diagonal
- Ah = luas penampang satu batang horizontal
- Af = luas bagian sayap profil
- bf = lebar sayap profil
- bw = lebar badan profil
- Cb = faktor untuk menghitung gradien momen balok
- Cc = kelangsingan batas antara tekuk elastis dengan tekuk in-elastis
- Cm = faktor koreksi terhadap amplifikasi standar
- cl = koefisien pada batang non prismatis (ratio antara inersia dan panjang kolom)
- d = tinggi profil
- D = gaya lintang yang bekerja pada batang sekunder
- Dx = gaya lintang dalam arah tegak lurus sumbu x-x
- Dy = gaya lintang dalam arah tegak lurus sumbu y-y
- E = modulus elastis

- E_r = modulus tereduksi
 E_t = modulus tangen
 e_x = eksentrisitas terhadap sumbu x-x
 e_y = eksentrisitas terhadap sumbu y-y
 f_a = tegangan aksial yang terjadi
 F_a = tegangan tekuk ijin
 F_b = tegangan lentur ijin
 f_b = tegangan lentur yang dihitung pada bidang lentur tegak lurus sumbu x atau sumbu y
 F_S = faktor keamanan
 F_y = tegangan leleh baja
 F_e' = tegangan tekuk Euler dibagi faktor keamanan
 F_{as} = tegangan ijin tekuk untuk batang sekunder
 F_{cr} = tegangan tekuk kritis Euler
 G = perbandingan kekakuan kolom dengan balok-balok yang bertemu pada satu titik
 h = tinggi pelat kopel
 I = jari-jari inersia
 I = momen inersia penampang
 I_b = momen inersia balok
 I_c = momen inersia kolom
 I_p = momen inersia pelat kopel
 K = koefisien panjang tekuk
 L = panjang kolom

- L_b = panjang bentang tanpa penopang lateral
 L_c = panjang bentang maksimum tanpa penopang lateral
 L_d = panjang batang diagonal
 L_k = panjang tekuk kolom
 L_l = panjang elemen yang dibatasi oleh dua ujung batang penghubung diagonal
 L_u = panjang bentang maksimum tanpa penopang lateral yang diambil sebesar $F_b = 0,60 F_y$
 L_1 = jarak antara tengah-tengah pelat kopel
 m = jumlah batang tunggal yang memebentuk batang tersusun
 M = momen lentur terhadap sumbu x atau sumbu y
 M_D = momen lapangan akibat beban melintang
 N = gaya normal yang bekerja pada kolom
 P_{kr} = gaya kritis Euler
 r_t = radius girasi luas penampang tekan sayap ditambah $1/3$ luas badan tekan
 S = modulus penampang profil (W pada PPBBG '87)
 t = tebal pelat kopel
 T = gaya lintang yang bekerja pada tengah-tengah pelat kopel
 t_f = tebal sayap profil
 t_w = tebal badan profil
 V = beban dari bagian konstruksi pada kolom yang menjamin stabilitas
 α = sudut antara batang diagonal dan batang vertikal
 β = faktor koreksi yang sama dengan C_m
 ϵ = regangan pada baja

- λ = angka kelangsingan batang tekan
- λ_g = batas kelangsingan
- λ_l = batas kelangsingan batang diagonal
- λ_s = ratio kelangsingan
- δ = tetapan untuk memperhitungkan eksentrisitas
- δ_o = lendutan maksimum akibat beban melintang
- η = faktor amplifikasi untuk memperhitungkan pengaruh momen lentur pada batang tekan
- ψ = faktor beban pada balok kolom untuk menghitung C_m
- $\bar{\sigma}$ = tegangan ijin dasar
- $\bar{\sigma}_{kip}$ = tegangan kip yang diijinkan
- $\bar{\tau}$ = tegangan geser yang diijinkan
- θ = faktor yang dipakai pada perhitungan kolom yang melentur pada dua arah, dengan memperhitungkan pengaruh kip
- ω = faktor tekuk
- z = konstanta yang dipakai pada batang tersusun yang menunjukkan banyaknya batang penghubung diagonal

DAFTAR LAMPIRAN

1. Berbagai macam harga m
2. Bidang momen pada kolom
3. Daftar faktor tekuk (ω) untuk mutu BJ. 33
4. Daftar faktor tekuk (ω) untuk mutu BJ. 37
5. Daftar faktor tekuk (ω) untuk mutu BJ. 44
6. Daftar faktor tekuk (ω) untuk mutu BJ.52
7. Tegangan Euler ($\bar{\sigma}_{ex}$ dan $\bar{\sigma}_{ey}$)
8. Angka kelangsingan untuk berbagai macam mutu baja
9. Faktor kekakuan reduksi f_a / F_e'

B A B I

P E N D A H U L U A N

1.1. Latar Belakang

Baja adalah salah satu dari bahan konstruksi yang penting. Sifat-sifatnya yang terpenting dalam penggunaan konstruksi adalah kekuatan yang tinggi, sifat keliatan (ductility), kemudahan pemasangan dan daya tahannya. Keliatan adalah kemampuan untuk berdeformasi secara nyata baik dalam tegangan maupun dalam kompresi sebelum terjadi keruntuhan.

Baja di produksi dengan berbagai kekuatan yang bisa dinyatakan dengan kekuatan tegangan tekan lelehnya (F_y) atau oleh tegangan tarik batasnya (F_u). Walaupun dari jenis paling rendah kekuatannya, tetap mempunyai perbandingan kekuatan per volume lebih tinggi bila dibandingkan dengan bahan-bahan lainnya yang umum dipakai.

Komponen-komponen baja biasanya mempunyai bentuk standar dan sifat-sifatnya yang tertentu, bisa dipersiapkan di bengkel (pabrikasi), sehingga mudah diperoleh di mana-mana, satu-satunya kegiatan yang dilakukan di lapangan adalah kegiatan pemasangan bagian-bagian konstruksi yang telah dipersiapkan.

Perlu diperhatikan bahwa pada suhu tinggi seperti yang terdapat bila terjadi kebakaran pada bangunan, kekuatan dari struktur baja akan menurun secara drastis, dan

untuk mencegah supaya bangunan tidak roboh secara tiba-tiba, struktur baja harus dilindungi dengan bahan tahan api atau dengan cara-cara perlindungan lainnya yang sejenis.

Salah satu komponen struktur baja yang penting adalah kolom yaitu batang-batang lurus yang mengalami tekanan akibat bekerjanya gaya-gaya aksial. Kegagalan pada struktur kolom mengakibatkan runtuhnya seluruh bangunan karena itu, perencanaan kolom dilakukan dengan seksama agar didapat suatu bangunan yang aman, efisien, dan ekonomis.

Seperti diketahui perencanaan dengan cara PPBBG '87 adalah peraturan mengenai perencanaan struktur baja yang dibuat oleh Departemen Pekerjaan Umum Indonesia sedangkan perencanaan dengan cara AISC adalah peraturan mengenai perencanaan struktur baja yang dibuat oleh Institusi konstruksi baja Amerika. Untuk itu penulis mencoba membandingkan sejauh man efesiensi perencanaan dengan kedua cara tersebut bila digunakan untuk merencanakan struktur kolom baja. sehingga didapat suatu struktur kolom yang efisien, dan aman.

Efesiensi perencanaan yang dimaksud disini adalah tegangan yang terjadi dibandingkan dengan tegangan tekuk ijin dalam keadaan dan kondisi yang sama (jenis profil, panjang kolom dan pembebanannya).

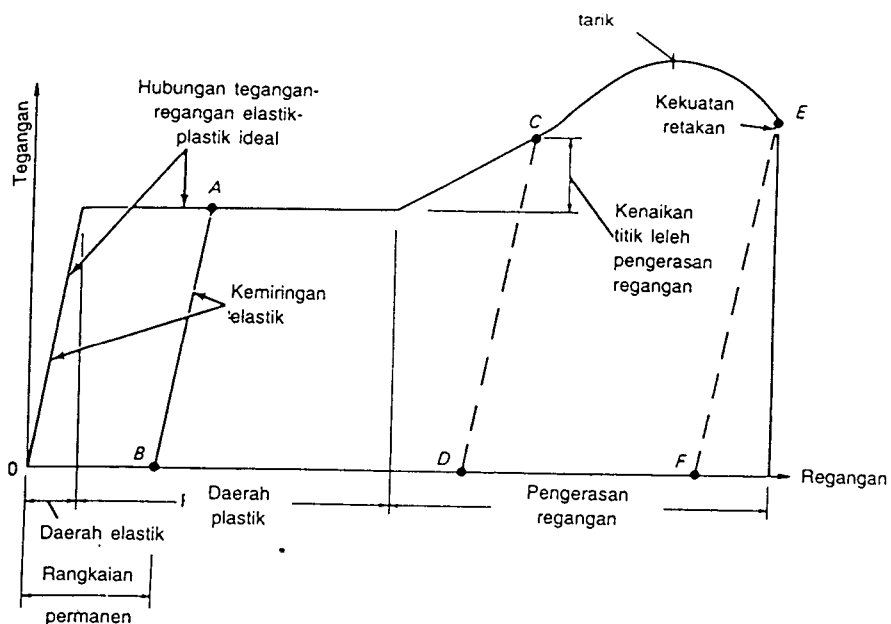
1.2. Pokok Masalah

Salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap kuat tekan suatu batang adalah kelangsingannya, semakin langsing suatu batang semakin kecil kuat tekannya. Kelangsingan batang adalah ratio antara panjang tekuk (L_k) dengan jari-jari kelem-

baman atau girasi (i).

Berdasarkan kelangsingannya batang tekan (kolom) dapat dibedakan menjadi tiga yaitu kolom langsing (slender column), kolom sedang dan kolom pendek (stocky column). Kolom langsing dan kolom sedang runtuh akibat instabilitas tekuk (buckling). Beban yang mengakibatkan tekuk disebut beban tekuk (buckling load).

Tekuk pada kolom langsing terjadi dalam keadaan penampangnya masih elastis, artinya tegangan yang terjadi pada penampang batang lebih kecil dari tegangan leleh. Tekuk seperti ini disebut tekuk elastis (elastic buckling). Tekuk pada kolom sedang, terjadi setelah sebagian serat pada penampang kolom mencapai tegangan leleh dan sebagian lagi masih elastis, tekuk semacam ini disebut tekuk tidak elastis (in-elastic buckling). Kolom pendek dapat dibebani hingga seluruh penampangnya mencapai tegangan leleh, berarti kolom pendek runtuh akibat tegangan leleh terlampaui.



Gambar 1.1. Diagram tegangan-regangan baja struktur

1.3. Batasan Masalah

Dalam tugas akhir ini, penulis membatasi masalah kolom ini menjadi tiga bagian pokok, yaitu :

1. Teori-teori tekuk elastis
2. Perencanaan kolom elastis dengan gaya tekan sentris (kolom tunggal dan tersusun) menurut PPBBG '87 dan AISC
3. Perencanaan kolom elastis dengan gaya tekan eksentris menurut PPBBG '87 dan AISC.

1.4. Tujuan

Tujuan penulisan tugas akhir dengan judul Studi Komparasi Kolom Baja dengan Cara PPBBG '87 dan AISC adalah untuk mengetahui efisiensi perencanaan kolom baja dengan cara PPBBG '87 jika dibandingkan dengan cara AISC.

1.5. Manfa'at

Manfaat tugas akhir ini semoga dapat memberikan tambahan masukan kepada para praktisi teknik sipil dalam hal perencanaan kolom baja dengan cara PPBBG '87 dan AISC.

1.6. Keaslian

Sejauh pengetahuan penulis, Studi Komparasi Kolom Baja dengan Cara PPBBG '87 dan AISC, belum pernah dibahas. dalam tugas akhir mahasiswa di Jurusan Teknik Sipil.

BAB II

TEORI-TEORI TEKUK

2.1. Tekuk Elastis

Sebuah batang lurus bila dibebani dengan gaya tekan P pada kedua ujungnya maka batang tersebut akan mengalami perpendekan elastis searah gaya tekan, jika gaya tekan P diperbesar, suatu saat perpendekan batang berhenti dan batang mulai menekuk.

Garis tekan tidak mungkin dapat berimpit sama sekali dengan sumbu batang, sumbu batang juga tidak mungkin betul-betul lurus, maka disamping gaya tekan tadi akan bekerja pula momen lentur yang timbul oleh adanya eksentrisitas gaya tekan P terhadap sumbu batang. Momen lentur ini sendiri melendutkan batang tersebut sehingga eksentrisitas batang menjadi lebih besar.

Pada saat batang mulai menekuk kesamping tercapailah suatu keseimbangan, dimana dalam kedudukan batang yang menekuk, dalam setiap penampang batang gaya-gaya luar seimbang dengan gaya-gaya dalamnya.

Gaya tekan dalam keadaan seimbang ini disebut gaya kritis, sebab pada gaya yang lebih besar dari pada gaya ini keseimbangan tidak dicapai lagi, penyimpangan batang bertambah dengan cepat yang diakhiri dengan runtuhnya batang tersebut.

Besarnya gaya kritis ini dapat dihitung berdasarkan rumus Euler (diturunkan pertama kali oleh Leonhard Euler pada tahun 1757) sebagai berikut :

$$P_{kr} = \frac{\pi^2 EI}{Lk^2} \dots\dots\dots (2.1)$$

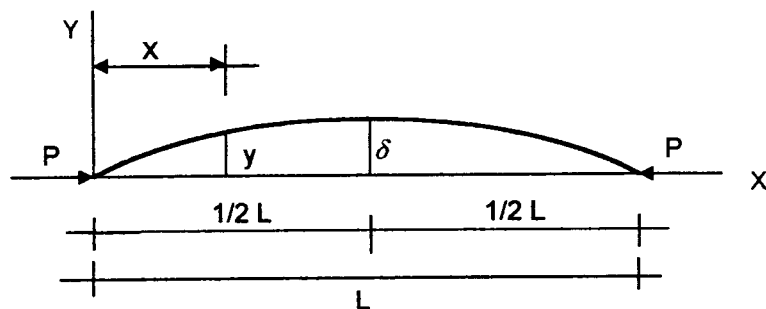
dimana :

E = modulus elastis batang

I = momen inersia penampang melintang batang

Lk = panjang tekuk batang

Euler menurunkan rumusnya secara matematis dari persamaan garis elastis yang terjadi dari sebuah batang yang bahannya elastis sempurna, dengan penampang tetap seluruh panjangnya, serta keadaan asal batang betul-betul lurus.



Gambar 2.1. Batang lurus dibebani gaya tekan aksial

Persamaan tersebut diturunkan sebagai berikut :

$$M = P y ; \frac{d^2 y}{dx^2} = - \frac{M}{EI} = - \frac{P y}{EI} \dots\dots\dots (2.2)$$

bila $I = A r^2$ maka tegangan kritis didapat sebagai berikut :

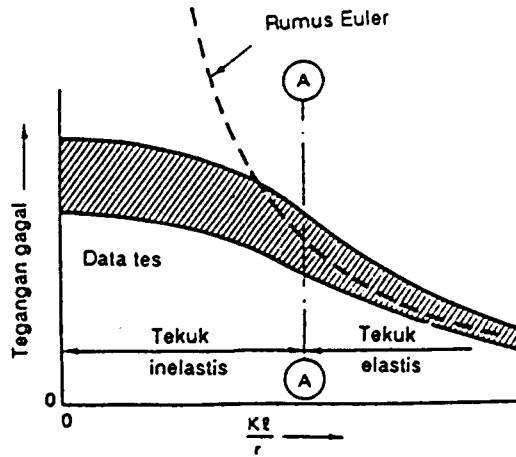
$$\sigma_{kr} = \frac{P_{kr}}{A r} = \frac{\pi^2 E A r^2}{A r Lk^2} = \frac{\pi^2 E}{(Lk/r)^2} \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana :

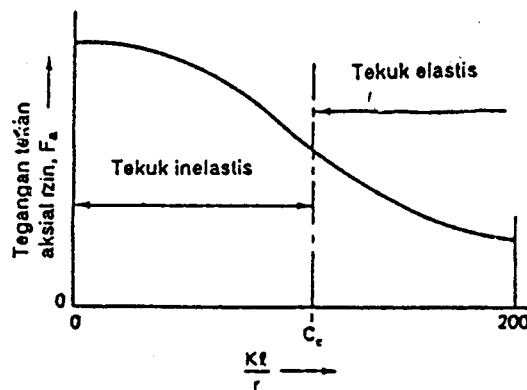
$$r = \text{jari-jari kelembaman} = \sqrt{I/A}$$

A = luas penampang melintang

A_{br} = luas penampang melintang bruto



Gambar 2.2. Data uji kolom



Gambar 2.3. Harga F_a ($\bar{\sigma}$) versus Lk / r

Tekuk elastis adalah tekuk yang terjadi pada kolom dimana angka kelangsingannya lebih besar dari pada batas kelangsingan dan penampangnya masih dalam kondisi elastis.

Pembahasan mengenai kekuatan kolom mengasumsikan ujung sendi dimana tidak ada kekangan rotasional momen. Kekangan momen nol pada ujung merupakan situasi paling lemah untuk batang tekan yang salah satu ujungnya tidak dapat bergerak transversal relatif terhadap ujung lainnya. Untuk kolom berujung sendi semacam ini, panjang ekivalen ujung sendi L_k merupakan panjang sebenarnya, dengan demikian $k = 1$.

Panjang ekivalen berujung sendi ini disebut sebagai panjang efektif.

Panjang efektif L_k , adalah panjang gelombang sinusoida dari garis elastis yang dibentuk oleh batang tersebut, besarnya tergantung dari kondisi ujung batang tersebut.

Bentuk tekukan kolom ditunjukkan oleh garis putus-putus	(a)	(b)	(c)	(d)	(e)	(f)
Harga K teoretik	0.5	0.7	1.0	1.0	2.0	2.0
Harga desain yang dianjurkan bila kondisi ideal hanya	0.65	0.80	1.0	1.2	2.10	2.0
Kode kondisi ujung	Rotasi ditahan, Translasi ditahan Rotasi bebas, Translasi ditahan Rotasi ditahan, Translasi bebas Rotasi bebas, Translasi bebas					

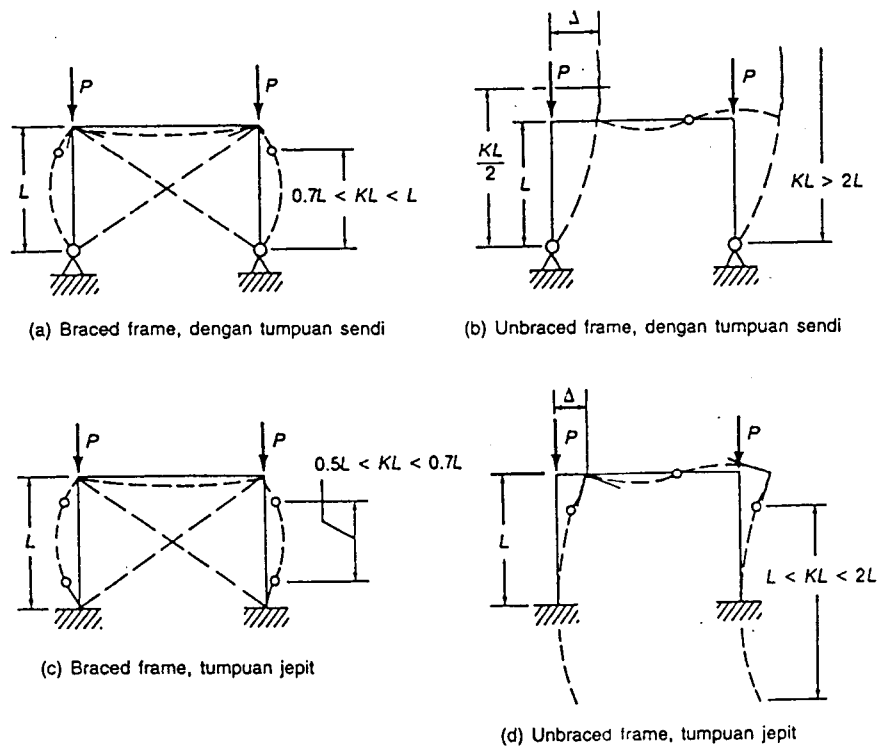
Gambar 2.4. Faktor panjang efektif untuk kolom dibebani secara terpusat dengan pelbagai kondisi yang ideal.

Kolom portal adalah kolom di mana stabilitas lateralnya diberikan oleh sokongan diagonal, dinding geser, atau sejenisnya. Sistem pengikat vertikal harus mencukupi, untuk mencegah tekuk dari struktur dan menjaga stabilitas struktur itu termasuk pengaruh momen sekunder dari goyangan. Kolom vertikal pada suatu portal tak bergoyang tidak akan mengalami pergoyangan titik ujung atasnya relatif terhadap titik ujung bawah.

Kekangan ujung pada rangka tak bergoyang selalu mereduksi jarak antar titik

balik, yaitu mereduksi panjang efektif L_k dari kondisi ujung sendi. Faktor panjang efektif L_k akan selalu kurang dari satu.

Portal bergoyang adalah suatu portal di mana stabilitas lateralnya tergantung pada kekakuan lentur balok dan kolom yang disambung rigid. Tekuk pada kolom bergoyang merupakan salah satu goyangan di mana, misalnya, puncak kolom bergerak ke samping relatif terhadap dukungannya. Bentuk yang dapat mengalami tekuk, panjang efektif kolomnya akan tergantung pada kekakuan batang-batang yang ikut menahan lenturan. Panjang efektif L_k dapat diperoleh dengan mencocokkan bentuk tekuk kolom dengan bentuk tekukan kolom berujung sendi, dan besarnya $L_k \geq 1$.



Gambar 2.5. Panjang efektif L_k untuk struktur portal

2.2. Tekuk in-elastis

Pada umumnya kolom pendek dan kolom sedang akan mengalami tekuk bila sebagian serat penampangnya tidak elastis (in-elastis), berarti batas elastisnya telah dilewati dan modulus elastisnya berubah-ubah. Karena persamaan Euler menggunakan modulus elastis yang tetap maka berlakunya batas modulus elastis sampai batas proposional (proportional limit) sehingga persamaan Euler tidak berlaku.

Tekuk in-elastis adalah tekuk yang terjadi pada kolom dimana angka kelangsingannya lebih kecil dari pada batas kelangsingan dan sebagian serat penampang kolom mencapai tegangan leleh dan sebagian lagi masih dalam kondisi elastis.

Untuk mencari modulus elastis yang berubah-ubah maka Engesser, Considere, dan Shanley mengemukakan pendapat mengenai hal itu yang dikenal dengan teori tangen modulus.

2.2.1. Teori Tangen Modulus

Untuk menjelaskan teori tangen modulus, ditinjau sebuah batang persegi empat lurus yang dibebani gaya tekan (P) dan beban P berangsur-angsur ditambah dari nol sampai batang runtuh. Sampai sesaat sebelum batang runtuh, batang dianggap tetap lurus (tanpa lendutan) dan lendutan dianggap terjadi, tepat pada saat batang runtuh. Selain itu, distribusi tegangan di tempat runtuh dianggap terbagi rata.

Tegangan akibat momen lentur diabaikan dan pada tegangan tertentu $F_{cr} = \frac{P_{cr}}{A_g}$,

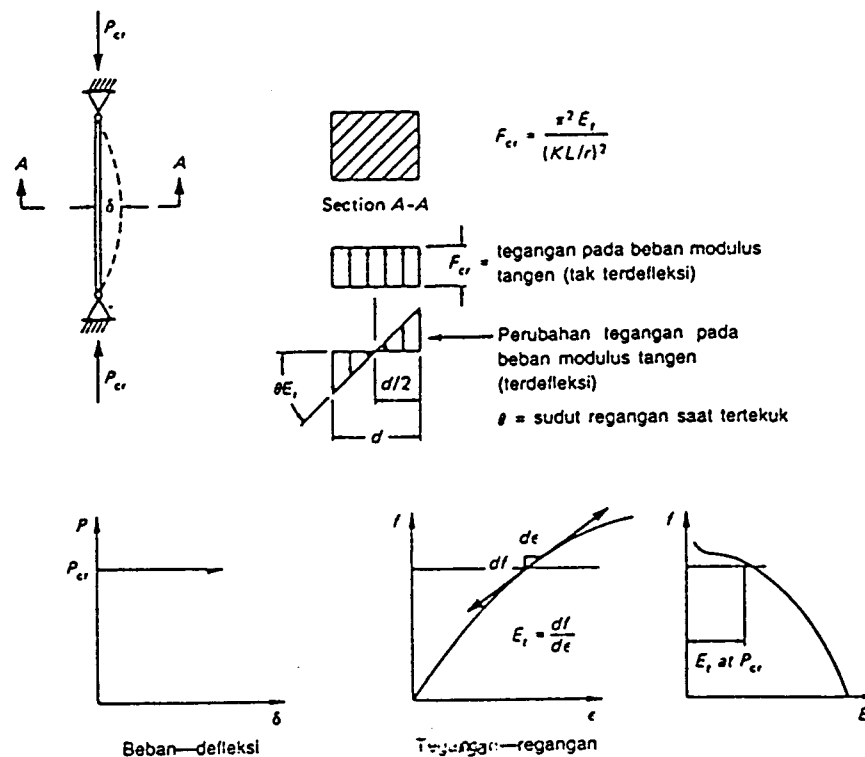
batang tersebut dapat mengalami deformasi pada F_{cr} ditentukan oleh tangen sudut kurva

tegangan-regangan $E_t = \frac{df}{d\varepsilon}$. Dengan demikian persamaan Euler menjadi :

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 Et}{(Lk/r)^2} \dots\dots\dots (2.4)$$

Meskipun demikian, teori ini masih belum sesuai dengan hasil uji dengan beban hitungan karena ternyata lebih rendah dari kapasitas ultimit hasil percobaan, dan pada saat batang mengalami perubahan (bengkok menjadi lurus), tidak terjadi pembalikan regangan sama sekali.

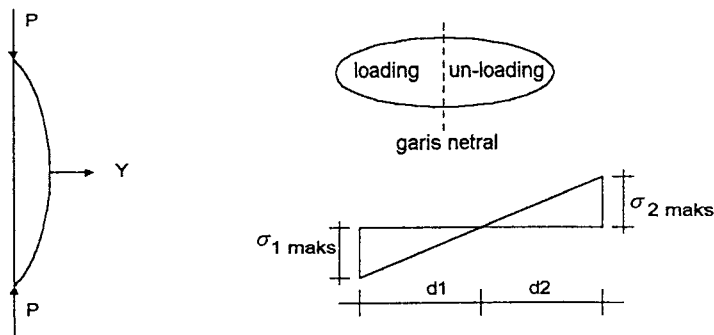
Dalam tahun 1889, Engesser mengubah teorinya dengan alasan bahwa selama lenturan, sejumlah serat mengalami pertambahan regangan (penurunan modulus tangen) dan beberapa serat terbebas dari beban (modulus yang lebih tinggi pada regangan yang tereduksi), maka dari itu harus digunakan suatu harga kombinasi untuk modulus itu. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar teori modulus tangen dari Engesser di bawah ini :



Gambar 2.6. Teori modulus tangen dari Engesser, 1889

2.2.2. Teori Modulus Ganda

Untuk meneliti proses tekuk yang oleh Engesser diabaikan regangannya yang terjadi pada penampang kolom di tempat runtuh maka di buat teori yang lebih baru, kemudian dikenal dengan teori modulus ganda.



Gambar 2.7. Penjelasan teori modulus ganda

Untuk menjelaskan teori modulus ganda ditinjau sebuah batang yang melentur akibat pengaruh gaya tekan aksial (P), selanjutnya diamati pelenturan maksimum pada penampang batang. Serat yang terletak di bagian penampang yang cekung disebut serat yang dibebani. Sedangkan serat yang terletak di bagian penampang yang cembung disebut serat yang tidak dibebani. Pada saat kolom runtuh, tegangan di serat yang dibebani terus bertambah dan perubahan modulusnya sebanding dengan :

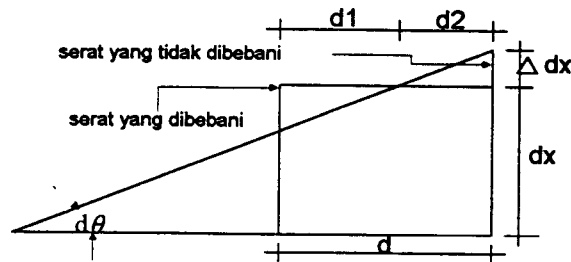
$$E_t = df / d\varepsilon \dots\dots\dots (2.5)$$

Di serat yang tidak dibebani terjadi pembalikan regangan (penurunan regangan) sehingga penurunan tegangan akan sebanding dengan modulus elastis, dan penerapan hukum Hooke (bersifat linear) pada tegangan akan terjadi :

$$\sigma_{2 \text{ maks}} = \frac{\Delta dx}{dx} E \dots\dots\dots (2.6)$$

Tegangan maksimum pada serat yang dibebani adalah :

$$\sigma_{1 \text{ maks}} = \frac{d_1 \Delta dx}{d_2 dx} Et \dots\dots\dots (2.7)$$



Gambar 2.8. Elemen batang dengan panjang dx

Andaikan $\frac{\Delta dx}{d_2} = d\theta$ diperoleh $\Delta dx = d\theta d_2$ dan tegangan pada serat terluar

adalah :

$$\sigma_{2 \text{ maks}} = E d_2 \frac{d\theta}{dx} \dots\dots\dots (2.8)$$

$$\sigma_{1 \text{ maks}} = Et d_1 \frac{d\theta}{dx} \dots\dots\dots (2.9)$$

Untuk pelenturan kecil berlaku :

$$\frac{d\theta}{dx} = \frac{d^2y}{d^2x} = \frac{M}{Er I} \text{ dimana } Er = \text{modulus tereduksi.}$$

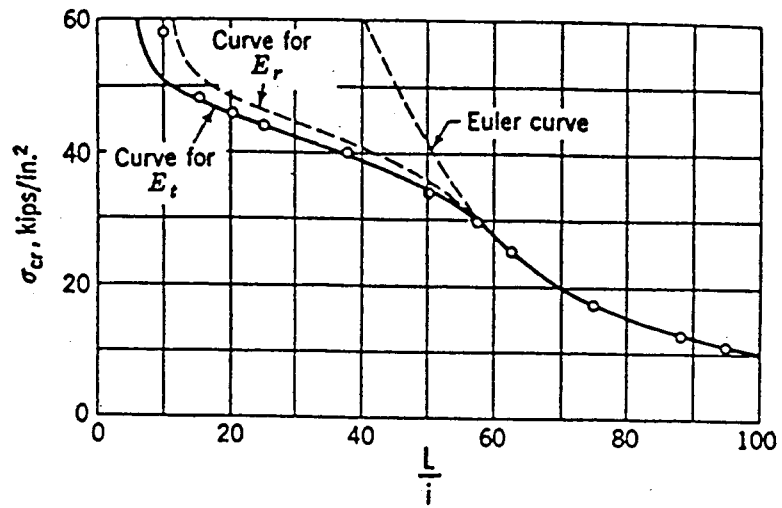
Modulus elastis (E) pada persamaan Euler diganti dengan modulus tereduksi (Er)

diperoleh :

$$P_{kr} = \frac{\pi^2 Er I}{Lk^2} \dots\dots\dots (2.10)$$

$$\sigma_{kr} = \frac{\pi^2 Er}{(Lk / r)^2} \dots\dots\dots (2.11)$$

Tegangan yang diperoleh berdasarkan persamaan (2.11) diatas lebih besar dari hasil penelitian laboratorium dan lebih besar dari teori tangen modulus.



Gambar 2.9. Tegangan berdasarkan persamaan Euler, tangen modulus, dan modulus ganda

BAB III

JENIS-JENIS PROFIL KOLOM BAJA

Batang tekan dapat dirancang dengan profil tunggal maupun profil tersusun. Jika beban yang didukung relatif kecil dan kapasitas profil tunggal yang tersedia memenuhi, umumnya dipilih profil tunggal. Jika beban yang harus didukung relatif besar, sedangkan kapasitas profil tunggal yang tersedia tidak memenuhi, dapat digunakan profil tersusun.

3.1. Profil Batang Tunggal

Profil batang tunggal adalah batang yang mempunyai penampang melintang dari hanya satu jenis profil tertentu saja. Untuk menentukan bentuk penampang suatu batang tekan, harus ditentukan dulu besarnya gaya tekan atau besarnya beban rencana yang harus dipikul oleh batang tersebut, juga macam tahanan ujung batang, sambungannya dengan balok-balok portal.

3.1.1. Penampang Bulat

Batang bulat masif disamping kekuatannya lebih tinggi, juga pemakaian baja berkekuatan tinggi mengurangi beban mati, yang tentunya memberi keuntungan dalam memperhitungkan pengaruh gempa. Jari-jari inersia dapat dihitung sebagai berikut :

$$i = \frac{D}{4} = \frac{A}{\pi d} \dots\dots\dots (3.1)$$

dimana : D = diameter batang bulat

A = luas penampang batang bulat

Untuk batang bulat non masif (profil batang pipa) lebih efisien karena jari-jari inersianya lebih besar dan luas penampangnya lebih kecil.

3.1.2. Penampang Kotak (Box Section & Strutral Tube)

Penampang kotak biasanya dibuat dari gabungan empat buah profil siku. Sebagai batang tekan, batang ini memiliki keuntungan ganda yaitu, jari-jari inersia yang besar serta peningkatan tegangan yang diijinkan.

3.1.3. Penampang Siku

Penampang siku sering dipakai sebagai batang sekunder untuk beban-beban yang relatif ringan, profil ini juga digunakan dimana beban yang dipikulnya dapat disalurkan merata pada kedua kaki profil di ujung-ujung batang. Ujung-ujung batang dicegah terhadap puntir dengan memberikan sambungan kaku pada batang utama atau pondasi.

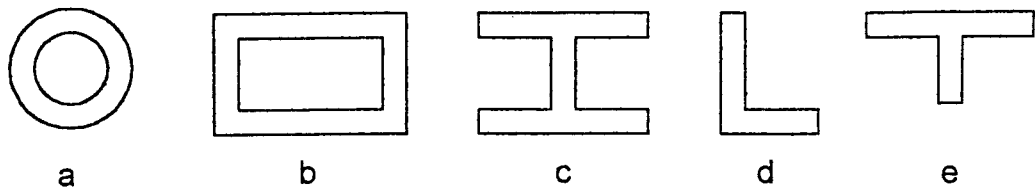
3.1.4. Penampang Wide Flange (WF)

Penampang WF mempunyai bentuk profil simetris ganda terhadap kedua sumbu utamanya. Profil W mempunyai sayap profil saling sejajar satu sama lain, tersedia dalam berbagai ukuran tinggi dan berat yang beraneka ragam dan sering digunakan dalam konstruksi.

3.1.5. Penampang T

Penampang T adalah penampang yang didapat dari memotong/membelah penampang WF sedemikian rupa sehingga akan menghasilkan sebuah bentuk yang

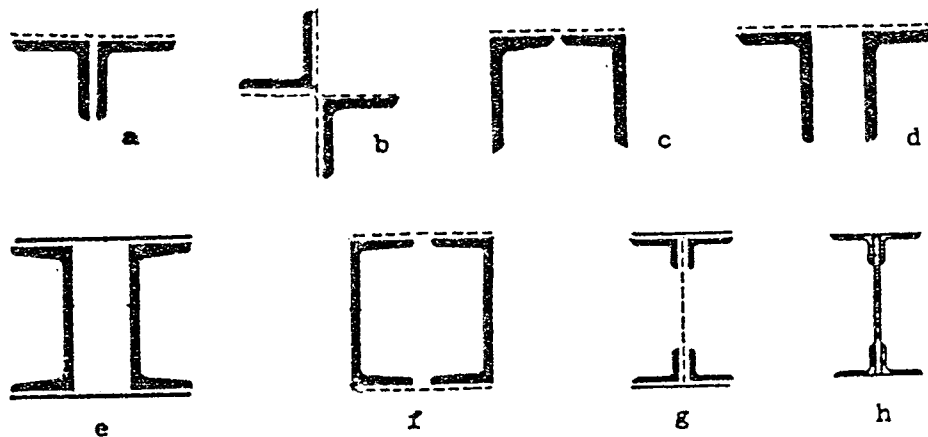
luasnya setengah luasampang WF. Akan tetapi jika diperlukan sebuah tampang T yang lebih dalam akan dilakukan pembelahan bengkokan.



Gambar 3.1. Beberapa bentuk batang tekan tunggal

3.2. Profil Batang Tersusun

Pada keadaan dimana diperlukan kolom yang sangat panjang, kita perlu untuk memperbesar penampang, untuk mendapatkan syarat-syarat kelangsingan yang diijinkan agar batang tidak mengalami bahaya tekuk. Hal ini menjadi dasar pemikiran dipakainya profil batang tersusun, yang terdiri dari dua atau lebih profil yang dihubungkan satu sama lain dengan batang penghubung, baik penghubung diagonal ataupun pelat kopel.



Gambar 3.2. Beberapa bentuk batang tekan tersusun

Pada profil batang tersusun sumbu-sumbunya dibedakan menjadi sumbu bahan, yaitu sumbu yang memotong elemen batang dan sumbu bebas bahan, yaitu sumbu yang sama sekali tidak atau hanya memotong sebagian elemen batang.

3.2.1. Batang Tersusun Dengan Batang Penghubung Melintang

Batang tersusun ini dapat dibentuk dengan menggabungkan dua profil CNP atau WF, batang penghubung di sini berfungsi sebagai penghubung kedua profil, agar dapat bekerja sebagai satu kesatuan, juga sebagai pemikul gaya lintang yang bekerja pada batang.

Pada ujung-ujung batang dipasang pelat-pelat pengikat yang sangat penting untuk menyalurkan beban-beban yang bekerja pada ujung batang tersebut.

3.2.2. Batang Tersusun Dengan Batang Penghubung Diagonal

Batang-batang penghubung diagonal disini tidak memikul beban-beban kolom, tetapi berfungsi sebagai pemegang profil-profil yang digabungkan agar profil tetap seperti yang direncanakan, juga batang penghubung diagonal memberikan tahanan samping pada bagian batang diantara titik-titik hubung serta sebagai pengganti badan profil yang memikul gaya lintang, dan menahan tegangan dalam elemen-elemen batang pada arah membujur.

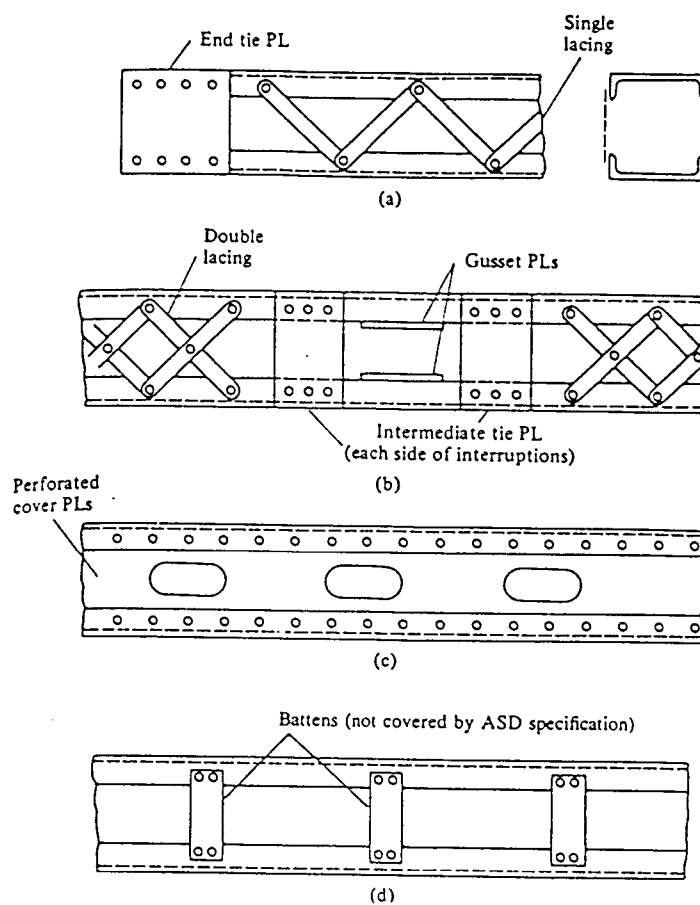
Batang penghubung diagonal ini harus direncanakan sebagai batang sekunder, tapi harus diperiksa terhadap tegangan tarik ataupun tegangan tekan.

3.2.3. Batang Tersusun Dengan Penghubung Cover Plate

Batang tersusun ini banyak dipakai pada konstruksi jembatan. Penampang bersih

dari pelat penghubung ini termasuk dalam luas penampang batang tersusun. Lobang pada pelat ini berfungsi sebagai saluran air.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat gambar batang tersusun melintang, diagonal dan cover plate dibawah uni :



Gambar 3.3. Batang-batang tersusun melintang, diagonal dan cover plate

BAB IV

KOLOM DENGAN GAYA TEKAN SENTRIS

4.1. Dasar Perencanaan Kekuatan

Faktor-faktor yang mempengaruhi kekuatan sebuah kolom yang dibebani sentris adalah sebagai berikut :

1. Besarnya dan distribusi tegangan-tegangan residu pada penampang batang,
2. Bentuk penampang melintang batang,
3. Proses pemanasan dan pendinginan profil,
4. Kelurusan batang profil atau ketidak tepatan sumbu batang,
5. Panjang batang profil.

Tegangan residu terjadi akibat pendinginan setelah proses "hot rolling," proses pengelasan, atau beberapa proses yang dilakukan di pabrik, seperti pemotongan pijar penekukan atau pembuatan lubang.

Tegangan residu cenderung meningkat oleh tingginya panas penetrasi akibat pengelasan dari batang-batang profil yang dibuat sebagai kolom jadi yang diproses di pabrik. Pada kebanyakan kasus, tegangan-tegangan residu tarik pada proses pengelasan mendekati titik lelehnya.

Berdasarkan faktor tersebut di atas, dilakukan penentuan atas panjang tekuk L_k ,

angka kelangsingan dan tegangan izin dasar serta faktor keamanan untuk kolom tekan.

4.2. Perencanaan Menurut PPBBG '87

4.2.1. Penentuan Tegangan yang Diizinkan

Dalam Pedoman Perencanaan Bangunan Baja Untuk Gedung 1987, Bab 4.1. dicantumkan syarat-syarat perencanaan batang tekan, yang direncanakan sedemikian rupa sehingga terjamin stabilitasnya.

Batang-batang tekan direncanakan sedemikian rupa hingga terjamin stabilitasnya (tidak ada bahaya tekuk); hal ini diperlihatkan dengan persamaan-persamaan sebagai berikut :

$$\omega \frac{N}{A} \leq \bar{\sigma} \quad \dots\dots\dots (4.1)$$

dimana :

N = gaya tekan pada batang

A = luas penampang batang

$\bar{\sigma}$ = tegangan dasar pada tabel 1 PPBBG '87 ; $\bar{\sigma} = \frac{\sigma_1}{1,5}$

ω = faktor tekuk yang tergantung dari kelangsingan (λ) dan macam bajanya.

Harga ω dapat dicari dari tabel 2, 3, 4 dan 5 PPBBG '87.

Selanjutnya persamaan (4.1) dapat ditulis sebagai berikut :

$$\omega \frac{N}{A} \leq \bar{\sigma} \quad \text{atau} \quad \bar{\sigma}_{\text{tek}} = \frac{\bar{\sigma}}{\omega} \quad \dots\dots\dots (4.2)$$

Harga ω dapat juga dicari dengan persamaan :

$$\lambda = Lk / i ; i = \sqrt{\frac{I}{A}} \quad \text{dan} \quad \lambda_g = \pi \sqrt{\frac{E}{0,7 \sigma_1}} \quad \dots\dots\dots (4.3)$$

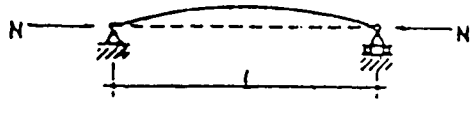
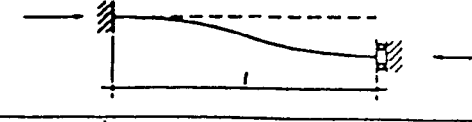
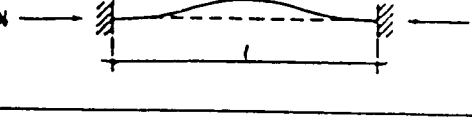
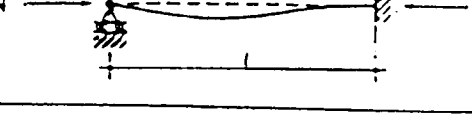
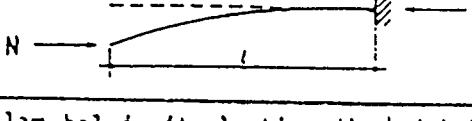

$$\lambda_s = \frac{\lambda}{\lambda_g} \dots\dots\dots (4.4)$$

Untuk : $\lambda_s \leq 0,183 \rightarrow$ maka $\omega = 1 \dots\dots\dots (4.5)$







Untuk : $0,183 < \lambda_s < 1 \rightarrow$ maka $\omega = \frac{1,41}{1,593 - \lambda_s} \dots\dots\dots (4.6)$

Untuk : $\lambda_s \geq 1 \rightarrow$ maka $\omega = 2,381 \lambda_s^2 \dots\dots\dots (4.7)$

Tabel 4.1. Panjang tekuk

	$k = 1$	$n = \frac{\pi^2 EI}{N l^2}$
	$k = 1$	$n = \frac{\pi^2 EI}{4 l^2}$
	$k = \frac{1}{2}$	$n = \frac{4 \pi^2 EI}{N l^2}$
	$k = \frac{1}{\sqrt{2}}$	$n = \frac{2 \pi^2 EI}{N l^2}$
	$k = 2 l$	$n = \frac{\pi^2 EI}{4 N l^2}$
<p>Dalam hal jepit elastis, dipakai kekakuan rotasi C_R yang didefinisikan sebagai berikut : $C_R = \frac{M}{\phi}$; ϕ dalam radial</p> 		

Tabel 4.2. Keadaan ujung batang

		rotasi		
		bebas	terbatas	tdk mungkin
translasi	bebas			
	tdk mungkin		 Jepit elastis	

4.2.2. Penentuan Angka Kelangsingan (λ)

1. Batang Tunggal

Untuk menentukan angka kelangsingan batang tunggal dipakai persamaan :

$$\lambda = \frac{L_k}{i_{\min}} \dots\dots\dots (4.8)$$

$$i = \sqrt{\frac{I}{A}} \dots\dots\dots (4.9)$$

dimana :

L_k = panjang tekuk batang

i = jari-jari kelembaman.

I = momen inertia profil

Penentuan panjang L_k dapat dilihat pada tabel 4.1 diatas

Karena batang-batang mempunyai beberapa jari-jari kelembaman maka umumnya terdapat beberapa harga, yang menentukan adalah harga terbesar.

2. Batang Tersusun

a. Dihubungkan dengan pelat melintang (PPBBG '87)

Batang tersusun ini harus dihitung kekuatannya terhadap sumbu bahan dan sumbu bebas bahan, dengan persamaan sebagai berikut :

$$\lambda_x = \frac{L_{kx}}{i_x} \dots\dots\dots (4.10)$$

di mana :

λ_x = kelangsingan pada arah tegak lurus sumbu x-x

L_{kx} = panjang tekuk batang pada arah tegak lurus sumbu x-x dengan memper-

hatikan penopang-penopang samping yang ada, dan ujung-ujung batang.

i_x = jari-jari kelembaman dari batang tersusun terhadap sumbu x-x.

Pada arah tegak lurus sumbu bahan y-y, harus dihitung kelangsingan idiil λ_{iy} dengan persamaan :

$$\lambda_{iy} = \sqrt{\lambda_y^2 + \frac{m}{2} \lambda_1^2} \dots\dots\dots (4.11)$$

$$\lambda_y = \frac{L_{ky}}{i_y} \dots\dots\dots (4.12)$$

$$\lambda_1 = \frac{L_1}{i_{min}} \dots\dots\dots (4.13)$$

dimana :

m = jumlah batang tunggal yang membentuk batang tersusun

λ_y = kelangsingan pada arah tegak lurus sumbu y-y.

L_{ky} = panjang tekuk batang pada arah tegak lurus sumbu

i_y = jari-jari kelembaman dari batang tersusun terhadap sumbu y-y.

L_1 = jarak antara tengah-tengah pelat kopel pada arah batang tekan.

i_{min} = jari-jari kelembaman batang tunggal terhadap sumbu yang memberikan harga terkecil.

Agar persamaan (4.13) dapat dipakai, harus dipenuhi syarat-syarat sebagai berikut :

1. Pelat-pelat kopel membagi batang tersusun menjadi beberapa bagian yang sama panjang atau dapat dianggap sama panjang.
2. Banyaknya pembagian batang minimum adalah 3.
3. Hubungan antara pelat kopel dengan elemen batang-batang tekan harus kaku.
4. Pelat kopel harus cukup kaku, sehingga memenuhi persamaan :

$n = j$

$\alpha = \epsilon$

ang tersu

Kelangsing

$$\lambda_{ix} = \sqrt{\lambda}$$

$$\lambda_{iy} = \sqrt{\lambda}$$

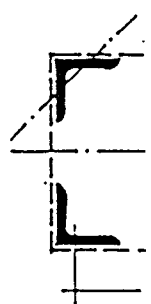
a harga λ

min stabilit

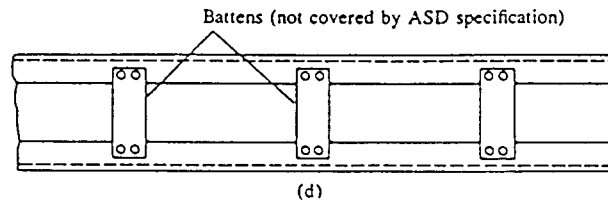
$$\lambda_x \geq 1,2 \lambda$$

$$\lambda_{iy} \geq 1,2 \lambda$$

$$\lambda_1 \leq 50$$



lurus sumbu batang atau dibebani oleh momen. Dalam hal ini batang penghubung itu harus diperhitungkan terhadap gaya lintang yang terbesar antara yang dihitung dengan persamaan (4.17) dan gaya lintang yang betul-betul terjadi akibat beban-beban itu.



Gambar 4.1. Batang prismatis tersusun dihubungkan dengan pelat melintang

b. Dihubungkan dengan pelat diagonal (PPBBG '87)

Untuk menghitung kelangsingan batang-batang tersusun yang dihubungkan dengan batang diagonal seperti gambar (4.2.a, b, c dan d), berlaku rumus-rumus (4.10), (4.11) dan (4.12) dengan :

$$\lambda_1 = \pi \sqrt{\frac{A L_d^3}{z A_d L_1 a^2}} \dots \dots \dots (4.18)$$

dimana :

A = luas penampang batang tersusun.

Ad = luas penampang satu batang diagonal.

Ld = panjang batang diagonal.

Ll = panjang elemen batang yang dibatasi oleh dua ujung batang penghubung.

a = jarak sumbu elemen-elemen batang tersusun.

z = konstanta yang tercantum pada masing-masing kasus.

Koefisien tekuk ω_{ix} dan ω_{iy} di tentukan oleh harga-harga λ_{ix} dan λ_{iy} , sehingga pemeriksaan kekuatan dapat dihitung sesuai dengan modifikasi rumus (4.15), dengan mengganti ω_x dengan ω_{ix} .

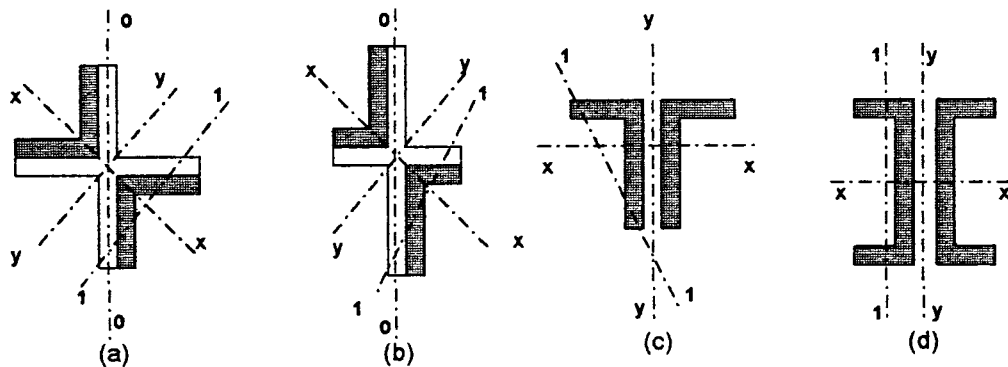
$$\omega_{ix} \frac{N}{A} \leq \bar{\sigma} \quad \text{dan} \quad \omega_{iy} \frac{N}{A} \leq \bar{\sigma} \quad \dots\dots\dots (4.24)$$

Perhitungan gaya lintang harus dianggap ada pada arah kedua sumbu penampangnya yaitu :

$$D_x = D_y = 0,02 N \quad \dots\dots\dots (4.25)$$

d. Batang tersusun dengan pelat kopel diantaranya

Pelat kopel penghubung ini diletakkan diantara dua profil sehingga jarak antanya sama dengan tebal pelat kopel itu sendiri.



Gambar 4.4. Batang tersusun dengan jarak antara sama dengan tebal pelat kopel

1. Batang tersusun yang terdiri dari dua baja siku (gambar 4.4a) dan (4.4b), hanya perlu dihitung terhadap tekuk pada arah sumbu bahan x-x.

2. Jika batang terdiri dari dua baja siku yang tidak sama kaki seperti gambar (4.4b) dipakai rumus pendekatan : $i_x = 0,87 i_o$ (4.26)

i_o = jari-jari kelembaman dari penampang batang tersusun terhadap sumbu 0-0.

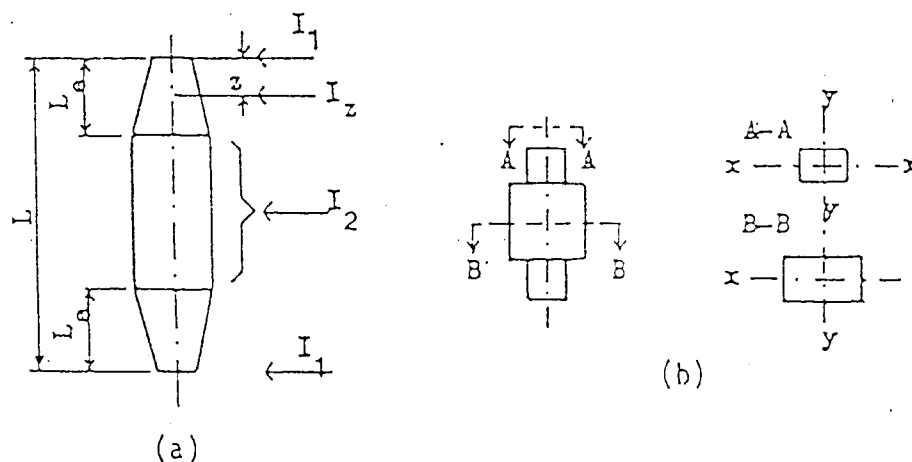
3. Batang tersusun yang terdiri dari dua buah profil baja seperti gambar (4.4c) dan (4.4d), perlu dihitung terhadap tekuk pada arah sumbu bebas bahan dan arah sumbu bahan.
4. Untuk batang tersusun seperti gambar (4.4c) dan (4.4d), maka λ_{iy} dapat diambil sama dengan λ_y .
5. Perhitungan kekuatan dapat dilakukan sesuai dengan pasal-pasal sebelumnya.

3. Batang-batang tidak prismatis

Batang-batang yang penampangnya tidak sama rata harus dihitung dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Batang yang penampangnya makin ke tengah makin besar, dapat dihitung sebagai batang prismatis dengan jari-jari kelembaman dari penampang yang terbesar dan panjang tekuk idiid (gambar 4.5a.) sebesar :

$$L_{ki} = c_i L \dots\dots\dots (4.27)$$



Gambar 4.5. Batang tidak prismatis dengan gaya tekan sentris (kondisi 1)

2. Bila ada kemungkinan tekuk pada arah x dan y harus diperiksa dengan panjang tekuk idiiil.

$$L_{kix} = c_{ix} L \quad \dots\dots\dots (4.28)$$

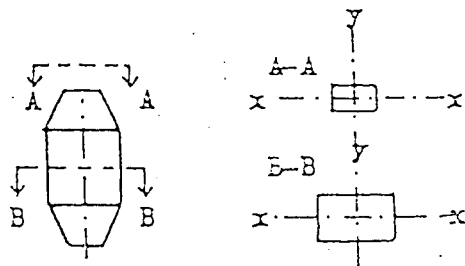
$$L_{kiy} = c_{iy} L \quad \dots\dots\dots (4.29)$$

3. Harga c_i , c_{ix} dan c_{iy} untuk batang dengan kedua ujung bersendi yang penampangnya berubah secara mendadak (gambar 4.5b) tercantum pada tabel 4.3.

Tabel 4.3. Harga-harga untuk c_i , c_{ix} dan c_{iy} (kondisi 1)

$L_e : L$	$I_1 : I_2$					
	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
0,4	2,60	1,90	1,40	1,20	1,10	1
0,3	2,10	1,56	1,30	1,12	1,08	1
0,2	1,50	1,22	1,12	1,08	1,04	1
0,1	1,10	1,06	1,04	1,02	1,01	1
0	1	1	1	1	1	1

4. Harga c_i , c_{ix} dan c_{iy} untuk batang dengan penampang baik tebal maupun lebarnya berubah secara linier (gambar 4.6), tercantum pada tabel 4.4.

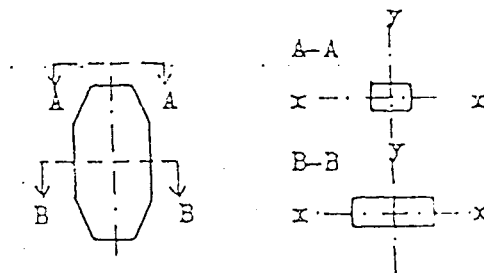


Gambar 4.6. Bentuk penampang untuk menetapkan koefisien c_i , c_{ix} dan c_{iy} (kondisi 2)

Tabel 4.4. Harga-harga untuk c_l , c_{lx} dan c_{ly} (kondisi 2)

$L_e : L$	$I_1 : I_2$					
	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
0,5	1,43	1,28	1,15	1,08	1,03	1
0,4	1,27	1,18	1,09	1,05	1,02	1
0,3	1,14	1,08	1,04	1,02	1,01	1
0,2	1,04	1,03	1,02	1	1	1
0,1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1

5. Untuk batang dengan penampang yang lebarnya berubah secara linier, sedangkan tebalnya tetap, (gambar.4.7), harga c_{lx} dan c_{ly} dan tercantum pada tabel 4.5 dan 4.6.



Gambar 4.7. Bentuk penampang untuk menetapkan koefisien c_{lx} dan c_{ly} (kondisi 3)

Tabel 4.5. Harga-harga untuk c_{lx} (kondisi 3)

$L_e : L$	$I_1 : I_2$					
	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
0,5	1,23	1,18	1,12	1,07	1,03	1
0,4	1,14	1,12	1,07	1,04	1,02	1
0,3	1,07	1,05	1,04	1,02	1,01	1
0,2	1,03	1,02	1,02	1	1	1
0,1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1

Tabel 4.6. Harga-harga untuk c_{ly} (kondisi 3)

$L_e : L$	$I_1 : I_2$					
	0,1	0,2	0,4	0,6	0,8	1
0,5	1,40	1,27	1,15	1,08	1,04	1
0,4	1,20	1,16	1,09	1,05	1,03	1
0,3	1,13	1,08	1,05	1,03	1,02	1
0,2	1,04	1,03	1,02	1	1	1
0,1	1	1	1	1	1	1
0	1	1	1	1	1	1

6. Dalam tabel 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, I_1 adalah momen kelembaman penampang ujung dan I_2 adalah momen kelembaman penampang tengah. Untuk tekuk pada arah sumbu x , momen kelembaman adalah I_{y1} dan I_{y2} . Untuk tekuk pada arah sumbu y , momen kelembaman adalah I_{x1} dan I_{x2} .
7. Untuk harga-harga $L_e : L$ dan $I_1 : I_2$ yang berada antara harga-harga yang tercantum dalam tabel-tabel itu, harga c_l , c_{lx} dan c_{ly} boleh dicari dengan interpolasi.
8. Pemeriksaan tekuk terhadap sumbu x dan sumbu y :

$$\lambda_{ix} = \frac{L_{kix}}{i_{2x}} \dots\dots\dots (4.30)$$

$$\lambda_{iy} = \frac{L_{kiy}}{i_{2y}} \dots\dots\dots (4.31)$$

Yang menentukan untuk mencari harga koefisien tekuk ω adalah harga λ yang terbesar.

4.2.3. Angka perbandingan lebar-tebal elemen

Untuk memastikan bahwa stabilitas batang-batang tekan atau elemen yang dibebani lentur tidak terganggu oleh bahaya lipat, perbandingan lebar dan tebal pelat

harus memenuhi persamaan :

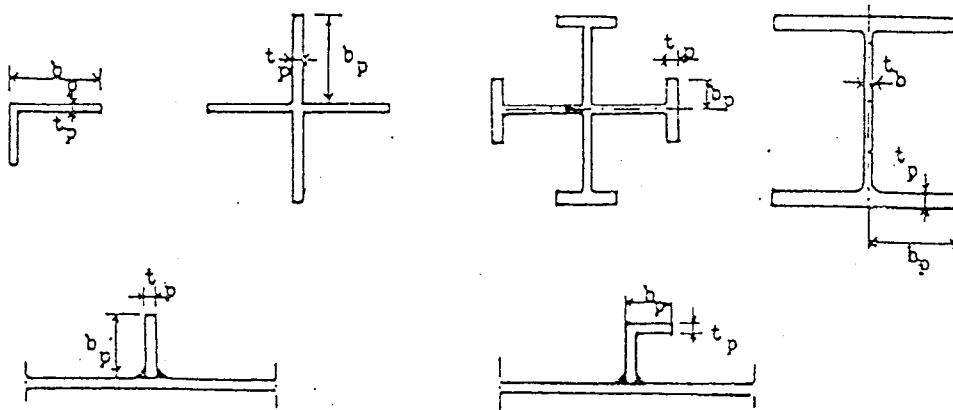
$$\frac{b_p}{t_p} \leq 10 \sqrt{\frac{\sigma_r}{\sigma_d}} \dots\dots\dots (4.32)$$

dimana :

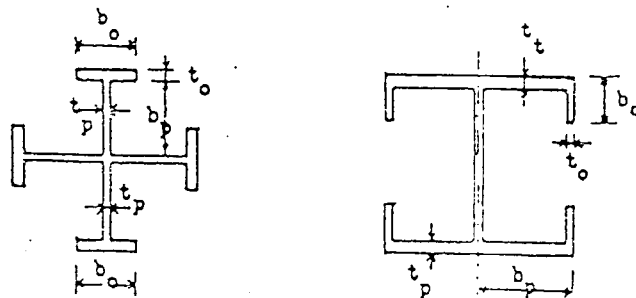
σ_d = tegangan tekan terbesar yang terjadi.

$\sigma_r = 3.267 \text{ kg/cm}^2$ untuk pelat-pelat yang tidak diperkuat (gambar 4.8).

$\sigma_r = 30.667 \text{ kg/cm}^2$ untuk pelat-pelat yang diperkuat (gambar 4.9).



Gambar 4.8. Pelat yang tidak diperkuat



Gambar 4.9. Pelat yang diperkuat

jika dapat dibuktikan bahwa bagian-bagian penguatnya memenuhi syarat :

jika $\frac{b_p}{t_p} \leq 13$, maka $\frac{b_o}{t_o} \geq 4,8$

jika $13 < \frac{b_p}{t_p} \leq 60$ maka $\frac{b_o}{t_o} \geq 2,8 \sqrt{\frac{b_o^2}{t_o^2} - 144}$ (4.33)

jika $\frac{b_p}{t_p} > 60$ maka penguatan tepi tidak boleh dengan pelat.

4.3. Perencanaan Menurut AISC

4.3.1. Penentuan Tegangan yang Dijinkan

Pada umumnya tekuk oleh gaya aksial menentukan dalam perencanaan sebuah kolom baja, penentuan tegangan yang diijinkan pada beban kerja dinyatakan dalam persamaan Euler.

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 E}{(KL / r)^2} \dots\dots\dots (4.34)$$

Dalam perencanaan kolom atau batang tekan dalam spesifikasi AISC tidak dijumpai faktor tekuk ω melainkan faktor keamanan FS yang nilainya bervariasi untuk harga $LK/r < C_c$ (tekuk in-elastis), sedangkan harga FS untuk $LK/r > C_c$ (tekuk elastis) tetap besarnya yaitu 1,92.

Penentuan tegangan tekan yang diijinkan, adalah sebagai berikut :

a. Batang langsing (panjang), yaitu $LK / r > C_c$ (elastis)

$$F_a = \frac{\pi^2 E}{1,92 (LK / r)^2} \dots\dots\dots (4.35)$$

$$C_c = \sqrt{\frac{2 \pi^2 E}{F_y}} \dots\dots\dots (4.36)$$

b. Kolom sedang $LK / r < C_c$ (tekuk in-elastis)

$$F_a = \frac{F_y}{FS} \left[1 - 0,5 \frac{(LK / r)^2}{C_c^2} \right] < 0,6 F_y \dots\dots\dots (4.37)$$

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} \frac{(LK/r)}{Cc} - \frac{1}{8} \frac{(LK/r)^3}{Cc^3} \dots\dots\dots (4.38)$$

c. Untuk "bracing" dan batang sekunder dengan angka kelangsingan >120 maka:

$$Fas = \frac{Fa \text{ (rumus (4.35) atau rumus (4.37))}}{1,6 - (L / 200 r)} \dots\dots\dots (4.39)$$

dimana :

Cc = kelangsingan batas antara tekuk elastis dengan tekuk in-elastis

Fa = tegangan ijin tekuk

FS = angka keamanan untuk kolom langsing sebesar 1,67 sampai 1,92

LK = panjang tekuk batang

r = jari-jari kelembaman

Karena batang mempunyai beberapa jari-jari kelembaman maka umumnya terdapat beberapa harga dan yang menentukan adalah harga terbesar.

Fas = tegangan ijin tekuk untuk batang sekunder

4.3.2. Penentuan angka kelangsingan (LK/r)

1. Batang Tunggal

Dalam spesifikasi AISC Bab 5 halaman 5.311, angka kelangsingan dibatasi besarnya, tidak boleh melebihi 200. Perhitungan angka kelangsingan sama dengan PPBBG'87, koefisien tekuk K sehubungan dengan kondisi ujung batang dapat dilihat pada gambar (2.4).

2. Batang Tersusun

a. Dihubungkan dengan pelat melintang

Pelat penghubung melintang ini lebih dikenal sebagai pelat kopel (batten plate)

yang berfungsi sebagai pengganti badan profil yang menyalurkan gaya geser yang bekerja pada elemen profil batang tersusun. Perencanaan batang tersusun dengan pelat kopel, hampir sama dengan batang tersusun dengan penghubung diagonal (lacing column).

Selanjutnya pelat penghubung melintang ini diperhitungkan menahan gaya lintang tegak lurus sumbu batang sebesar :

$$D = 0,02 N \dots\dots\dots (4.40)$$

dimana :

D = gaya geser yang bekerja pada pelat penghubung melintang atau pelat kopel

N = gaya tekan aksial sentris yang bekerja pada batang tersusun ini

Gaya lintang yang bekerja ditengah-tengah pelat kopel :

$$T = \frac{D L_1}{a} \dots\dots\dots (4.41)$$

a = jarak sumbu elemen-elemen batang tersusun

b. Dihubungkan dengan batang diagonal (lacing)

Batang penghubung diagonal dimaksudkan untuk menahan gaya geser yang bekerja tegak lurus sumbu batang sedemikian rupa sehingga kedudukan profil elemen batang tetap sepanjang batang. Besarnya gaya geser ini adalah 2% dari seluruh gaya aksial tekan yang bekerja pada batang tersusun ini. Selain itu oleh AISC disyaratkan :

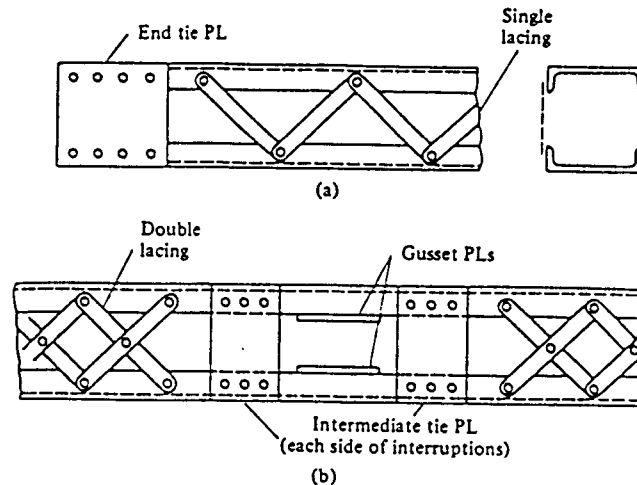
untuk batang diagonal tunggal $l/r \leq 140 \dots\dots\dots (4.42)$

untuk batang diagonal ganda $140 < l/r \leq 200 \dots\dots\dots (4.43)$

Untuk batang diagonal ganda, batang-batangnya disambungkan titik potongnya. Sudut kemiringan batang diagonal terhadap sumbu batang sebaiknya diambil :

untuk batang diagonal tunggal $\alpha > 60^\circ$ (4.44)

untuk batang diagonal ganda $\alpha > 45^\circ$ (4.45)



Gambar 4.10. Batang tersusun dihubungkan dengan lacing

Jika jarak antara baris-baris baut, "rivet", atau las pada sayap-sayap profil elemen batang lebih besar dari 15 inchi, sebaiknya dipakai batang penghubung ganda.

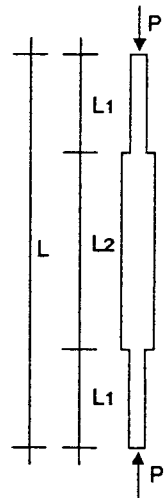
Selanjutnya batang tersusun dengan pelat penghubung diagonal ini harus diberikan pelat-pelat pengikat (tie plat) pada ujung-ujung batang. Atau pada titik-titik diantaranya, bila batang diagonal ini disambungkan terputus pada tengah batang.

Panjangnya pelat pengikat ini tidak boleh kurang dari jarak antara baris-baris alat penyambung yang menghubungkannya dengan elemen batang. Ketebalan pelat pengikat ini harus memenuhi syarat :

$$t > a / 50 \quad \dots \dots \dots (4.46)$$

3. Batang-batang Tidak Prismatis

Batang-batang tidak sama rata atau tidak prismatis penampangnya, maka berlaku persamaan sebagai berikut (persamaan 4.47 dan 4.48) :



$$P_{cr} = \frac{\pi^2 E I_1}{(K_1 L_1)} = \frac{\pi^2 E I_2}{(K_2 L_2)} \dots\dots\dots (4.47)$$

$$\frac{K_1}{K_2} = \frac{L_2}{L_1} \sqrt{\frac{I_1}{I_2}} \dots\dots\dots (4.48)$$

Gambar 4.11. Batang tekan tidak prismatis dibebani gaya tekan sentris

4.3.3. Angka Perbandingan lebar-tebal elemen (width-thickness ratio)

Untuk mencegah terjadinya bahaya tekuk setempat (local buckling) diadakan pembatasan angka perbandingan lebar-tebal elemen batang tekan.

AISC memberikan pembatasan angka perbandingan ini pada Bab 5 hal. 5.36 yang dibagi dalam golongan penampang yaitu :

1. Elemen-elemen yang tidak diperkuat (unstiffened elements)

a. Batang penopang dari profil siku tunggal, siku rangkap dengan pelat kopel :

$$b_f / t_f \leq 76 / \sqrt{F_y} \dots\dots\dots (4.49)$$

b. Batang penopang dari siku rangkap yang melekat sayap tekan dari balok, kolom atau pengaku pada pelat girder :

$$b_f / t_f \leq 95 / \sqrt{F_y} \dots\dots\dots (4.50)$$

c. Badan profil T :

$$d / t_w \leq 127 / \sqrt{F_y} \dots\dots\dots (4.51)$$

2. Elemen-elemen yang diperkuat (stiffened elements)

a. Sayap penampang kotak atau persegi empat yang sama tebalnya :

$$bf / tf \leq 238 / \sqrt{F_y} \quad \dots\dots\dots (4.52)$$

b. Perforated cover plate yang tidak ditopang :

$$bf / tf \leq 317 / \sqrt{F_y} \quad \dots\dots\dots (4.53)$$

c. Elemen-elemen yang menerima tekanan secara merata :

$$bf / tf \leq 253 / \sqrt{F_y} \quad \dots\dots\dots (4.54)$$

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel angka perbandingan lebar-tebal elemen untuk batang tekan dihalaman berikut.

Tabel 4.7. Angka perbandingan lebar-tebal elemen untuk batang tekan.

Description of Element	Width-Thickness Ratio	Limiting Width-Thickness Ratios	
		Compact	Noncompact ^c
Flanges of I-shaped rolled beams and channels in flexure ^a	b/t	$65\sqrt{F_y}$	$95\sqrt{F_y}$
Flanges of I-shaped welded beams in flexure	b/t	$65\sqrt{F_y}$	$95\sqrt{F_y/k_c^*}$
Outstanding legs of pairs of angles in continuous contact; angles or plates projecting from rolled beams or columns; stiffeners on plate girders	b/t	NA	$95\sqrt{F_y}$
Angles or plates projecting from girders, built-up columns or other compression members; compression flanges of plate girders	b/t	NA	$95\sqrt{F_y/k_c}$
Stems of tees	d/t	NA	$127\sqrt{F_y}$
Unstiffened elements simply supported along one edge, such as legs of single-angle struts, legs of double-angle struts with separators and cross or star-shaped cross sections	b/t	NA	$76\sqrt{F_y}$
Flanges of square and rectangular box and hollow structural sections of uniform thickness subject to bending or compression ^d ; flange cover plates and diaphragm plates between lines of fasteners or welds	b/t	$190\sqrt{F_y}$	$238\sqrt{F_y}$
Unsupported width of cover plates perforated with a succession of access holes ^b	b/t	NA	$317\sqrt{F_y}$
All other uniformly compressed stiffened elements, i.e., supported along two edges	b/t h/l_w	NA	$253\sqrt{F_y}$
Webs in flexural compression ^a	d/t	$640\sqrt{F_y}$	—
	h/l_w	—	$760\sqrt{F_y}$
Webs in combined flexural and axial compression	d/l_w	for $l_w/F_y \leq 0.16$ $\frac{640}{\sqrt{F_y}} \left(1 - 3.74 \frac{l_w}{F_y}\right)$	—
		for $l_w/F_y > 0.16$ $257\sqrt{F_y}$	—
	h/l_w	—	$760\sqrt{F_y}$
Circular hollow sections In axial compression In flexure	D/t	$3,300/F_y$	—
		$3,300\sqrt{F_y}$	—

^aFor hybrid beams, use the yield strength of the flange F_{yf} instead of F_y .
^bAssumes net area of plate at widest hole.
^cFor design of slender sections that exceed the noncompact limits see Appendix B5.
^dSee also Sect. F3.1.
^e $k_c = \frac{4.05}{(h/t)^{0.48}}$ if $h/t > 70$, otherwise $k_c = 1.0$.

BAB V

KOLOM DENGAN GAYA TEKAN EKSENTRIS

5.1. Dasar Perencanaan Kekuatan

Pada umumnya banyak kita jumpai di lapangan kolom-kolom dengan gaya tekan yang mempunyai eksentrisitas dan hal ini adalah kasus yang sebenarnya pada struktur kolom portal.

Kolom-kolom selain memikul gaya tekan juga memikul gaya atau beban-beban lateral serta meneruskan momen-momen yang bekerja diujung-ujung batang maupun diantaranya. Oleh beban-beban ini kolom mengalami tegangan kombinasi akibat gaya tekan dan momen lentur. Momen-momen pada ujung batang ini dapat timbul oleh adanya aksi portal atau oleh adanya eksentrisitas titik tangkap gaya tekan yang bekerja searah sumbu batang. Sebagai contoh adalah kolom-kolom yang terdapat pada portal bertingkat banyak, kolom-kolom ini selain memikul beban mati dan beban hidup dari struktur, juga harus memikul momen-momen yang ditimbulkan oleh beban angin atau beban gempa.

Jadi kolom-kolom dari suatu portal menerus, akan menahan momen-momen yang ditimbulkan oleh aksi portal dari beban-beban yang bekerja pada balok, dan diteruskan ke kolom melalui sambungan balok kolom pada portal.

5.2. Perencanaan Menurut PPBBG '87

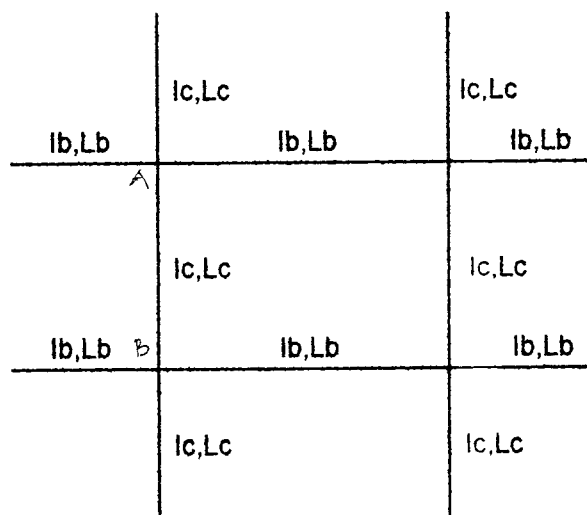
Dalam pembahasan ini terdapat dua golongan portal, yaitu : portal tidak bergoyang (braced frame) dan portal bergoyang (unbraced frame).

Portal tidak bergoyang adalah rangka di mana stabilitas lateralnya diberikan oleh pengikat sokongan diagonal, dinding geser, atau sejenisnya.

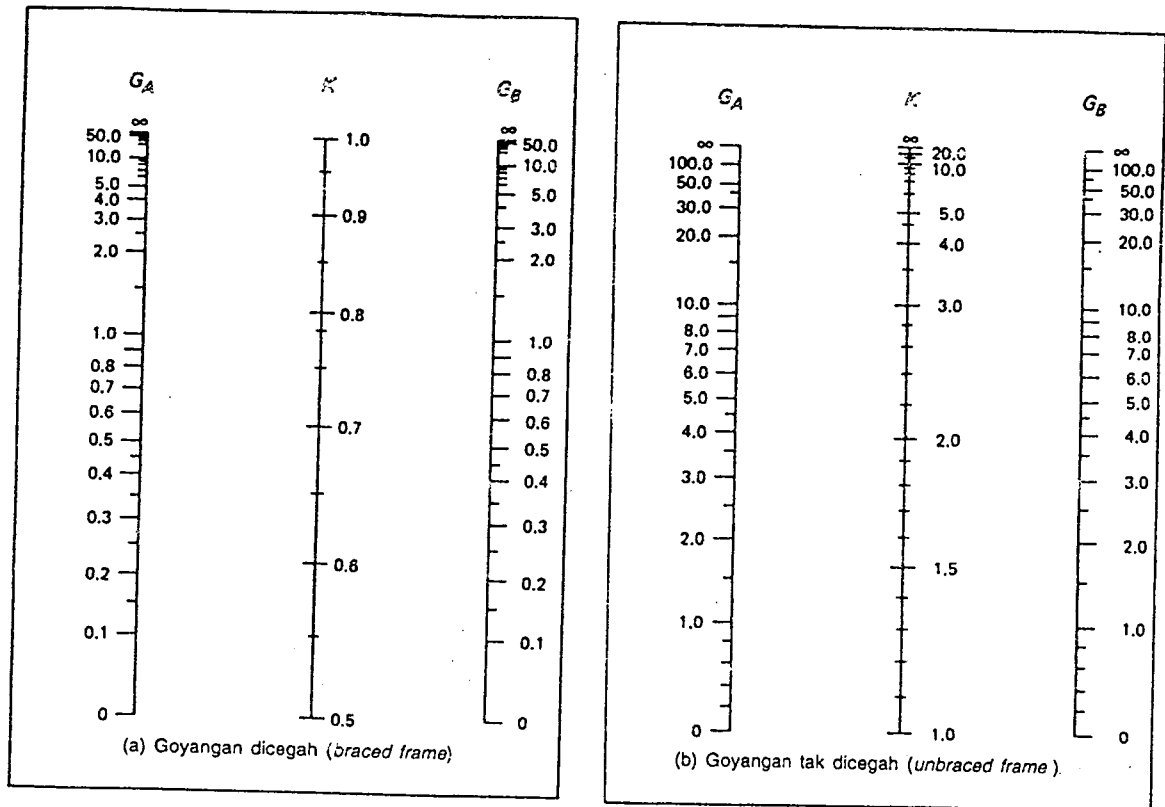
Portal bergoyang adalah struktur rangka di mana stabilitas lateralnya tergantung pada kekakuan lentur balok dan kolom yang disambung dengan rigid.

5.2.1. Penentuan Panjang Efektif

Penentuan panjang efektif kolom pada portal di pengaruhi oleh tahanan ujung-ujung kolom yang ada pada portal yang merupakan titik pertemuan dengan balok-balok. Untuk menentukan nilai koefisien panjang tekuk K , dipakai nomogram 1 dalam PPBBG '87. Nomogram ini digunakan untuk menentukan panjang tekuk sebuah batang yang merupakan bagian dari portal kaku.



Gambar 5.1. Harga G_A dan G_B



Gambar 5.2. Nomogram untuk panjang efektif kolom pada rangka

$$G_A = \frac{\sum (I_{cA} / L_{cA})}{\sum (I_{bA} / L_{bA})} \dots\dots\dots (5.1)$$

$$G_A = \frac{\sum (I_{cA} / L_{cA})}{\sum (I_{bA} / L_{bA})} \dots\dots\dots (5.2)$$

di mana :

I_{cA} = momen kelembaman kolom yang bertemu di titik A

I_{cB} = momen kelembaman kolom yang bertemu di titik B

L_{cA} = panjang kolom yang bertemu di titik A

L_{cB} = panjang kolom yang bertemu di titik B

I_{bA} = momen kelembaman balok yang bertemu di titik A

I_{bB} = momen kelembaman balok yang bertemu di titik B

L_{bA} = panjang balok yang bertemu di titik A

L_{bB} = panjang balok yang bertemu di titik B

Untuk ujung kolom yang berupa sendi $G = 10$

Untuk ujung kolom yang berupa jepit $G = 1$

5.2.2. Kolom-kolom yang Ujung-ujungnya Tidak Bergoyang

1. Dalam pasal-pasal ini sumbu X dan sumbu Y dari penampang adalah sumbu-sumbu utama di mana i_x lebih besar dari i_y .
2. Kolom-kolom yang tidak dibebani gaya-gaya lintang sedangkan momen lentur hanya terhadap sumbu X, harus memenuhi syarat :

$$\omega_x \frac{N}{A} + \beta_x \frac{n_x}{n_x - 1} \frac{M_x}{W_x} \leq \bar{\sigma} \quad \dots\dots\dots (5.3)$$

$$\omega_y \frac{N}{A} \leq \bar{\sigma} \quad \dots\dots\dots (5.4)$$

$$\frac{N}{A} + \frac{M_x}{W_x} \leq \bar{\sigma} \quad \dots\dots\dots (5.5)$$

dimana :

ω_x = koefisien tekuk yang berhubungan dengan λ_x

$$\lambda_x = \frac{L_{kx}}{i_x} \quad \dots\dots\dots (5.6)$$

L_{kx} = panjang tekuk pada arah tegak lurus sumbu X yang besarnya boleh

diambil :

- a) panjang terbesar bagian yang tidak disokong pada arah tegak lurus
- b) panjang tekuk sebenarnya dengan memperhitungkan syarat-syarat batas ujung-ujung kolom itu.



N = gaya normal pada kolom

A = luas penampang kolom

β_x = parameter momen ekivalen, untuk menyamakan kedua momen ujung

$$= 0,6 + 0,4 \frac{M_{x1}}{M_{x2}} \dots\dots\dots (5.7)$$

β_x harus $> 0,4$ jika L didapat dengan cara (a)

β_x harus $> 0,6$ jika L didapat dengan cara (b)

$M_{x1} = M_{x2}$ = momen pada ujung-ujung kolom dengan ketentuan bahwa :

$$|M_{x1}| \leq |M_{x2}|$$

Dalam pembagian $\frac{M_{x1}}{M_{x2}}$ tanda-tanda momen harus disertakan. M_{x1} dan M_{x2}

bertanda sama jika memberikan arah lendutan yang sama.

W_x = momen perlawanan terhadap sumbu X

$$n_x = \frac{\pi^2 E A}{N \lambda_x^2} = \frac{A \sigma_{EX}}{N} \dots\dots\dots (5.8)$$

Harga λ bisa dilihat pada tabel 2, 3, 4, 5 PPBBG '87 sedang harga $\bar{\sigma}_{EX}$ dapat dilihat pada tabel 10 PPBBG '87.

3. Kolom-kolom yang tidak dibebani gaya lintang sedangkan momen lentur hanya terhadap sumbu Y, harus memenuhi syarat-syarat :

$$\omega_y \frac{N}{A} + \beta_y \frac{n_y}{n_y - 1} \frac{M_y}{W_y} \leq \bar{\sigma} \dots\dots\dots (5.9)$$

$$\omega_x \frac{N}{A} \leq \bar{\sigma} \dots\dots\dots (5.10)$$

$$\frac{N}{A} + \frac{M_y}{W_y} \leq \bar{\sigma} \dots\dots\dots (5.11)$$

Untuk ω , n , β dan M berlaku ketentuan serupa dengan yang diatas dan dihitung menurut arah Y.

4. Kolom-kolom yang tidak dibebani gaya lintang tetapi melentur terhadap sumbu X dan Y, harus memenuhi syarat-syarat :

$$\omega_{\max} \frac{N}{A} + \beta_x \frac{n_x}{n_x - 1} \frac{M_x}{W_x} + \beta_y \frac{n_y}{n_y - 1} \frac{M_y}{W_y} \leq \bar{\sigma} \quad \dots\dots\dots (5.12)$$

$$\frac{N}{A} + \theta \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \bar{\sigma} \quad \dots\dots\dots (5.13)$$

dimana :

$$\omega_{\max} = \omega_x \text{ jika } \omega_x > \omega_y$$

$$\omega_{\max} = \omega_y \text{ jika } \omega_y > \omega_x$$

θ = faktor amplikasi untuk mencegah terjadinya lateral torsional buckling

$$= \frac{5\bar{\sigma}}{\bar{\sigma}_{\text{kip}} \left(8 - 3 \frac{M_{x1}}{M_{x2}} \right)} \quad \dots\dots\dots (5.14)$$

$\bar{\sigma}_{\text{kip}}$ dihitung sebagai berikut :

- a) Pada balok-balok statis tertentu dimana pada perletakan pelat badan balok diberi pengaku samping maka tegangan kip yang diijinkan dihitung dari :

$$\text{jika } c_1 \leq 250 \quad ; \quad \text{maka : } \bar{\sigma}_{\text{kip}} = \bar{\sigma} \quad \dots\dots\dots (5.15)$$

$$\text{jika } 250 < c_1 < c_2 \quad ; \quad \text{maka : } \bar{\sigma}_{\text{kip}} = \bar{\sigma} - \frac{c_1 - 250}{c_2 - 250} 0,3 \bar{\sigma} \quad \dots\dots (5.16)$$

$$\text{jika } c_1 \geq c_2 \quad ; \quad \text{maka : } \bar{\sigma}_{\text{kip}} = \frac{c_1}{c_2} 0,7 \bar{\sigma} \quad \dots\dots\dots (5.17)$$

dimana :

$$c_1 = \frac{L h}{b t_s} \dots\dots\dots (5.18)$$

$$c_2 = 0,63 \frac{E}{\sigma} \dots\dots\dots (5.19)$$

b) Pada balok-balok statis tak tentu, dimana pada perletakan, pelat badan balok diberi pengaku samping, maka tegangan kip yang diijinkan dihitung dari :

jika $c_1 \leq 250$; maka : $\bar{\sigma}_{kip} = \bar{\sigma} \dots\dots\dots (5.20)$

jika $250 < c_1 < c_3$; maka : $\bar{\sigma}_{kip} = \bar{\sigma} - \frac{c_1 - 250}{c_3 - 250} 0,3 \bar{\sigma} \dots\dots (5.21)$

jika $c_1 \geq c_2$; maka : $\bar{\sigma}_{kip} = \frac{c_1}{c_3} 0,7 \bar{\sigma} \dots\dots\dots (5.22)$

dimana :

$$c_3 = 0,21 (1 + \beta^*) (3 - 2\beta^*) \frac{E}{\sigma} \dots\dots\dots (5.23)$$

$$\beta^* = \frac{M_{ki} + M_{ka}}{2 M_{jep}} \dots\dots\dots (5.24)$$

M_{ki} dan M_{ka} adalah momen pada ujung-ujung bagian balok antara sokongan-sokongan samping yang jaraknya L

M_{jep} = momen pada ujung-ujung balok antara sokongan-sokongan samping yang jaraknya L dengan anggapan bahwa ujung-ujungnya itu terjepit.

5. Kolom-kolom yang selain dibebani gaya normal dan momen lentur juga dibebani oleh gaya-gaya lintang harus memenuhi syarat-syarat :

$$\omega_{max} \frac{N}{A} + \theta \frac{n_x}{n_x - 1} \frac{|\beta_x M_{x2} + M_{Dx}|}{W_x} + \frac{n_y}{n_y - 1} \frac{|\beta_y M_{x2} + M_{Dy}|}{W_y} \leq \bar{\sigma} \dots (5.25)$$

$$\frac{N}{A} + \theta \frac{|M_{x2} + M_{DX}|}{W_x} + \frac{n_y}{n_y - 1} \frac{|M_{x2} + M_{Dy}|}{W_y} \leq \bar{\sigma} \quad \dots\dots\dots (5.26)$$

dimana :

M_{DX} adalah momen lapangan terbesar pada kolom akibat beban melintang yang tegak lurus sumbu X, dengan anggapan kedua ujung kolom berupa sendi. Apabila M_{DX} berlawanan tanda dengan M_{x2} dan $|M_{DX}| \leq |2M_{x2}|$ pada persamaan di atas M_{DX} tidak diperhitungkan. M_{Dy} seperti M_{DX} , akibat beban melintang yang tegak lurus sumbu Y.

5.2.3. Kolom-kolom yang Ujung-ujungnya Bergoyang

Kolom-kolom yang selain dibebani oleh gaya normal dan momen lentur juga mengalami goyangan, harus memenuhi syarat-syarat :

$$\omega_x \frac{N}{A} + \frac{n_x}{n_x - 1} \frac{(V_x - N) e_x^*}{W_x} + 0,85 \theta \frac{n_x}{n_x - 1} \frac{M_x}{W_x} + 0,85 \theta \frac{n_y}{n_y - 1} \frac{M_y}{W_y} \leq \bar{\sigma} \quad \dots\dots\dots (5.27)$$

$$\omega_y \frac{N}{A} + \frac{n_y}{n_y - 1} \frac{(V_y - N) e_y^*}{W_y} + 0,85 \theta \frac{n_y}{n_y - 1} \frac{M_y}{W_y} + 0,85 \theta \frac{n_x}{n_x - 1} \frac{M_x}{W_x} \leq \bar{\sigma} \quad \dots\dots\dots (5.28)$$

$$\frac{N}{A} + \theta \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y} \leq \bar{\sigma} \quad \dots\dots\dots (5.29)$$

dimana :

$$n_x = \frac{A \sigma_{EX}}{V_x} \quad \text{dan} \quad n_y = \frac{A \sigma_{EY}}{V_y} \quad \dots\dots\dots (5.30)$$

$$\theta = \frac{5\bar{\sigma}}{\bar{\sigma}_{kip} \left(8 - 3 \frac{M_{x1}}{M_{x2}} \right)} \dots\dots\dots (5.29)$$

$\bar{\sigma}_{kip}$ untuk konstruksi statis tertentu dihitung dengan persamaan (5.15), (5.16) dan (5.17). $\bar{\sigma}_{kip}$ untuk konstruksi statis tak tentu dihitung dengan persamaan (5.20), (5.21) dan (5.22).

5.3. Perencanaan Menurut AISC

AISC membuat tiga penggolongan harga C_m atas kolom-kolom yang memikul kombinasi tegangan tekan aksial dan tegangan lentur, yang ditinjau dari stabilitas portal terhadap goyangan serta ada tidaknya beban-beban melintang diantara titik-titik tumpuannya. Penggolongan tersebut adalah sebagai berikut :

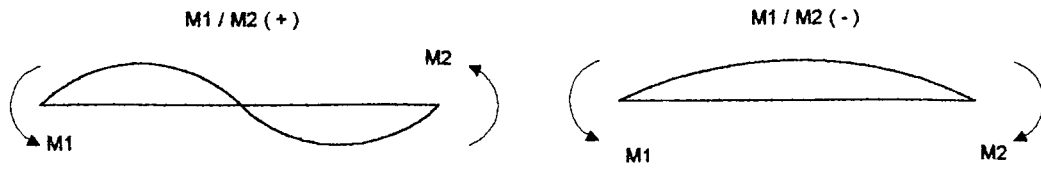
1. Untuk kolom bagian dari rangka momen-momen maksimum pada ujung peralihan titik hubung tak dicegah :

$$C_m = 0,85 \text{ atau diambil sebesar } C_m = 1 - 0,18 \frac{f_a}{F_e} \dots\dots\dots (5.32)$$

2. Untuk portal tak bergoyang tanpa beban transversal antara tumpuan :

$$C_m = 0,6 - 0,4 \frac{M_1}{M_2} \dots\dots\dots (5.33)$$

$M_1 \leq M_2$ dimana tanda momen sesuai dengan rotasi ujung, M_1 dan M_2 berbeda tanda apabila kelengkungan pada batang adalah kelengkungan tunggal, dan bila M_1 dan M_2 bertanda sama kelengkungan pada batang adalah kelengkungan ganda (mempunyai titik balik). Kelengkungan tunggal lebih kritis untuk ketidakstabilan tekukan dibandingkan kelengkungan ganda.



Gambar 5.3. Kelengkungan batang

3. Untuk portal tak bergoyang dengan beban transversal antara tumpuan :

$$C_m = 1 + \psi \frac{fa}{Fe'} \dots\dots\dots (5.34)$$

dimana :

$$\psi = \frac{\pi^2 \delta_0 EI}{M_0 L^2} - 1 \text{ maka :}$$

$$C_m = 1 + \frac{fa}{Fe'} \left(\frac{\pi^2 \delta_0 EI}{M_0 L^2} - 1 \right) \dots\dots\dots (5.35)$$

dimana :

δ_0 = lendutan maksimum akibat beban melintang

M_0 = Momen lapangan maksimum, akibat beban melintang

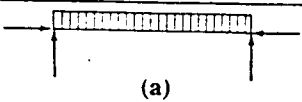
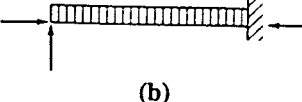
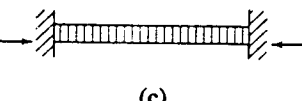
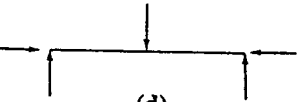
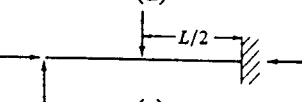
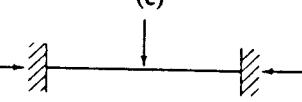
harga ψ dapat dilihat pada AISC tabel C-H1.1.

Catatan :

- jika memiliki pengekangan dikedua ujungnya $C_m = 1,0$.

- jika ada goyangan kesamping $C_m = 0,85$.

Tabel 5.1. Faktor amplifikasi ψ dan C_m

Case	ψ	C_m
 (a)	0	1.0
 (b)	-0.4	$1 - 0.4 \frac{f_a}{F_c'}$
 (c)	-0.4	$1 - 0.4 \frac{f_a}{F_c'}$
 (d)	-0.2	$1 - 0.2 \frac{f_a}{F_c'}$
 (e)	-0.3	$1 - 0.3 \frac{f_a}{F_c'}$
 (f)	-0.2	$1 - 0.2 \frac{f_a}{F_c'}$

5.3.1. Penentuan Panjang Efektif

Pembahasan mengenai kekuatan kolom mengasumsikan ujung sendi dimana tidak ada kekangan rotasional momen. Kekangan momen nol pada ujung merupakan situasi paling lemah untuk batang tekan yang salah satu ujungnya tidak dapat bergerak transversal relatif terhadap ujung lainnya. Untuk kolom berujung sendi, panjang ekuivalen ujung sendi KL merupakan panjang L sebenarnya; dengan demikian $K = 1$. Panjang ekuivalen berujung sendi ini disebut sebagai panjang efektif.

Untuk kebanyakan situasi nyata, kekangan momen pada ujung-ujung batang

memang benar-benar ada sehingga menyebabkan titik momen nol (titik balik / inflektion point) bergerak menjauhi ujung-ujung yang ditahan dimana panjang efektif KL tereduksi.

Prosedur yang paling banyak digunakan untuk mendapatkan panjang efektif ialah dengan nomograf (alignment chart) yang pertama kali dibuat oleh O.J. Julian dan L.S. Lawrence.

Penggunaan nomogram faktor K untuk perilaku kolom elastis dan inelastis cara AISC sama dengan cara PPBBG '87 seperti yang telah diuraikan sebelumnya.

5.3.2. Kolom-kolom yang Ujungnya Bergoyang dan Tidak Bergoyang

Dalam AISC Bab 3 - 9, dicantumkan syarat-syarat kolom yang mendapat kombinasi tegangan aksial tekan dan lentur, sebagai berikut :

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{Cm_x fb_x}{(1 - \frac{fa}{Fe_x}) Fb_x} + \frac{Cm_y fb_y}{(1 - \frac{fa}{Fe_y}) Fb_y} \leq 1 \quad \dots\dots\dots (5.36)$$

dan : $\frac{fa}{0,6 Fy} + \frac{fb_x}{Fb_x} + \frac{fb_y}{Fb_y} \leq 1 \quad \dots\dots\dots (5.37)$

Bila $fa/Fa \leq 0,15$ persamaan (5.36) dan (5.37) diatas menjadi :

$$\frac{fa}{Fa} + \frac{fb_x}{Fb_x} + \frac{fb_y}{Fb_y} \leq 1 \quad \dots\dots\dots (5.36)$$

dimana :

- fa = tegangan aksial yang dihitung, P/A
- Fa = tegangan tekan yang diijinkan
- Fy = tegangan leleh

C_m = faktor koreksi terhadap amplifikasi standar, yang harganya tergantung dari variasi distribusi momen lentur sepanjang batang

f_{bx} = tegangan lentur yang dihitung pada bidang lentur tegak lurus sumbu X ;
 M_x / S_x

f_{by} = tegangan lentur yang dihitung pada bidang lentur tegak lurus sumbu Y ;
 M_y / S_y

F_e' = tegangan tekuk Euler dibagi faktor keamanan

$$= \frac{12 \pi^2 E}{23 (KL / r)^2} \dots\dots\dots (5.39)$$

F_b = tegangan lentur yang diijinkan, harganya tergantung dari angka perbandingan lebar-tebal elemen penampang batang, dihitung untuk sumbu lemah dan sumbu kuat.

Untuk penampang kompak harus memenuhi persamaan sebagai berikut :

$$\frac{bf}{2tf} \leq \frac{65}{\sqrt{F_y}} \dots\dots\dots (5.40)$$

dan
$$\frac{d}{tw} \leq \frac{640}{\sqrt{F_y} \left[1 - 3,74 \left(\frac{fa}{F_y} \right) \right]} \dots\dots\dots (5.41)$$

bila :
$$\frac{fa}{F_y} > 0,16 \quad \text{maka} \quad \frac{d}{tw} \leq \frac{257}{\sqrt{F_y}} \dots\dots\dots (5.42)$$

Untuk sumbu lemah harga F_b dihitung berdasarkan rumus :

penampang kompak : $F_b = 0,75 F_y \dots\dots\dots (5.43)$

penampang kompak sebagian : $F_b = F_y (1,075 - 0,005 (bf / 2tf) \sqrt{F_y}) \dots\dots (5.44)$

penampang tidak kompak : $F_b = 0,60 F_y \dots\dots\dots (5.45)$

Untuk sumbu kuat harga F_b dihitung berdasarkan rumus :

$$F_b = 0,66 F_y \text{ untuk penampang kompak} \dots\dots\dots (5.46)$$

$$F_b = 0,60 F_y \text{ untuk penampang tidak kompak} \dots\dots\dots (5.47)$$

Bila kolom dianggap sebagai kolom balok, harga F_b dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut :

$$\text{bila } L_b < L_c \text{ maka harga } F_b = 0,66 F_y \dots\dots\dots (5.48)$$

$$\text{bila } L_c < L_b < L_u ; F_b = 0,6 F_y \dots\dots\dots (5.49)$$

$$\text{bila } L_u \leq L_b \text{ maka harga } F_b = F_y (0,79 - 0,002 (bf / 2tf)\sqrt{F_y}).$$

Harga L_c dan L_u diambil dari persamaan :

$$L_1 = 76 b_f / \sqrt{F_y} \dots\dots\dots (5.50)$$

$$L_2 = \frac{20000}{\frac{d}{A_f} F_y} \dots\dots\dots (5.51)$$

$$L_3 = r_T \sqrt{102000 C_b / F_y} \dots\dots\dots (5.52)$$

Harga L_c adalah harga terkecil dari L_1 dan L_2 sedangkan harga L_u adalah harga terbesar dari L_2 dan L_3 .

jika kolom diperiksa terhadap torsi dan buckling ($L_u \leq L_b$) :

$$\text{bila } \sqrt{\frac{102000 C_b}{F_y}} \leq \frac{L}{r_T} \leq \sqrt{\frac{510000 C_b}{F_y}} \dots\dots\dots (5.53)$$

$$\text{maka } F_b = \left[\frac{2}{3} - \frac{F_y (L / r_T)^2}{1530000 C_b} \right] F_y \dots\dots\dots (5.54)$$

$$F_b = \frac{12000 C_b}{L \frac{d}{A_f}} \dots\dots\dots (5.55)$$

dari persamaan 5.54 dan 5.55 diambil harga F_b terbesar, tetapi harga $F_b \leq 0,60 F_y$

$$\text{bila } \frac{L}{r_T} > \sqrt{\frac{510000 C_b}{F_y}} \dots\dots\dots (5.56)$$

$$\text{maka } F_b = \frac{170000 C_b}{(L/r_T)^2} \dots\dots\dots (5.57)$$

$$F_b = \frac{12000 C_b}{L \frac{d}{A_f}} \dots\dots\dots (5.58)$$

dari persamaan 5. 57 dan 5.58 diambil harga F_b yang terbesar, tetapi harga $F_b \leq 0,60 F_y$.

$$C_b = 1,75 + 1,05 \frac{M_1}{M_2} + 0,3 \left(\frac{M_1}{M_2} \right)^2 \dots\dots\dots (5.59)$$

dimana :

L_b = panjang bentang tanpa penopang lateral

L_c = panjang bentang maksimum tanpa penopang lateral pada gaya lentur
ijin yang diambil sebesar 0,66 F_y

L_u = panjang bentang maksimum tanpa penopang lateral pada gaya lentur
ijin yang diambil sebesar 0,60 F_y

A_f = luas sayap

r_T = jari-jari girasi luas penampang tekan sayap ditambah 1/3 luas badan
tertekan

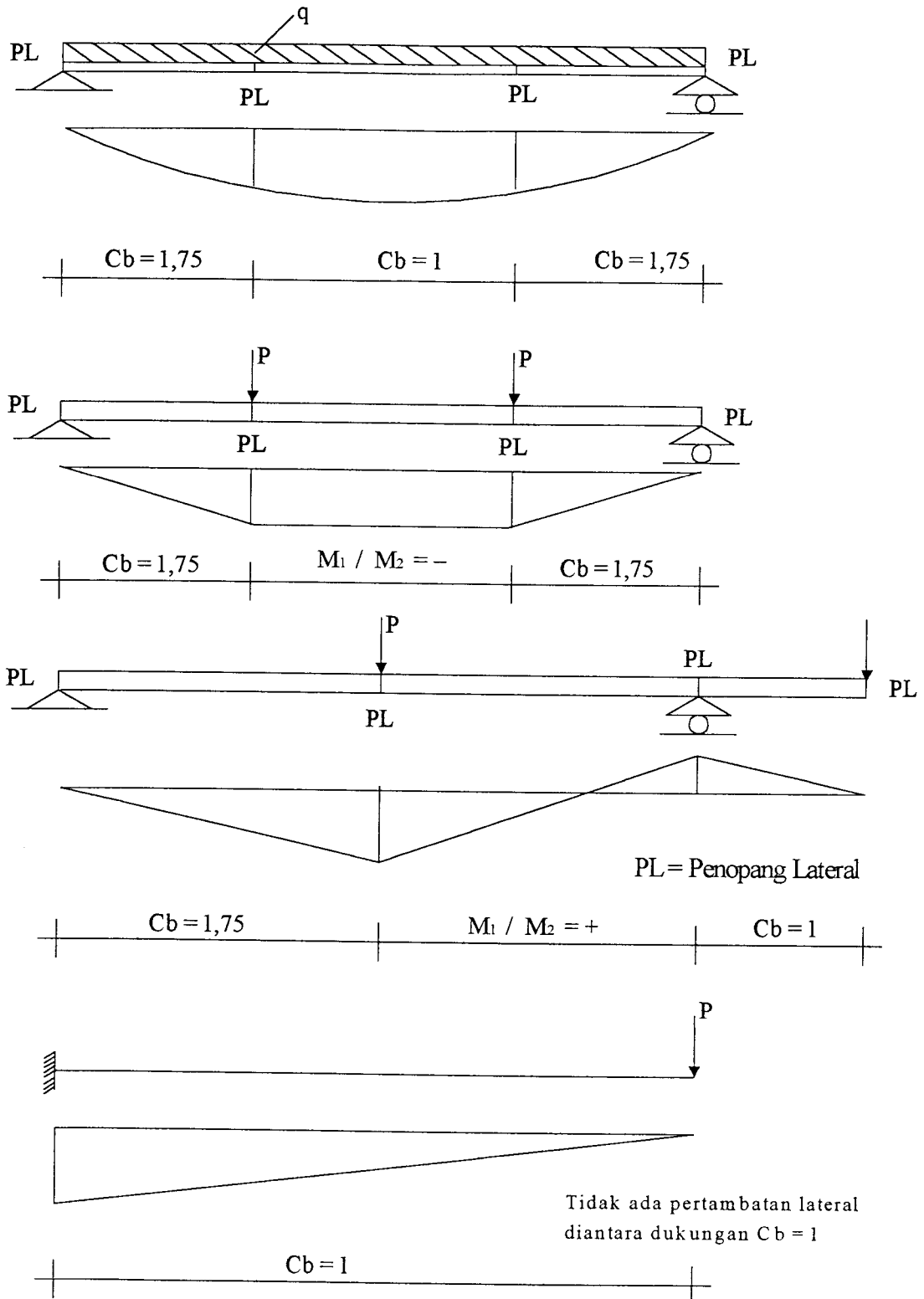
t_f = tebal sayap profil

b_f = lebar sayap profil

d = tinggi profil

C_b = faktor untuk menghitung gradien momen balok

Harga Cb untuk berbagai macam konstruksi :



Gambar 5.4. Harga Cb untuk bermacam konstruksi

BAB VI

ANALISIS DAN PEMBAHASAN

6.1. Analisis

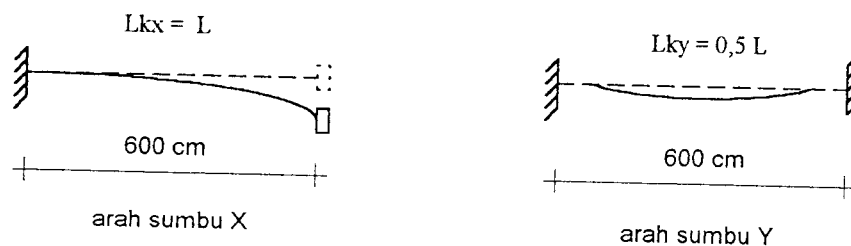
Analisis kolom baja dengan cara PPBBG '87 dan cara AISC ini menggunakan program komputer bahasa BASIC.

6.1.1. Kolom dengan Gaya Tekan Sentris

1. Batang Tunggal

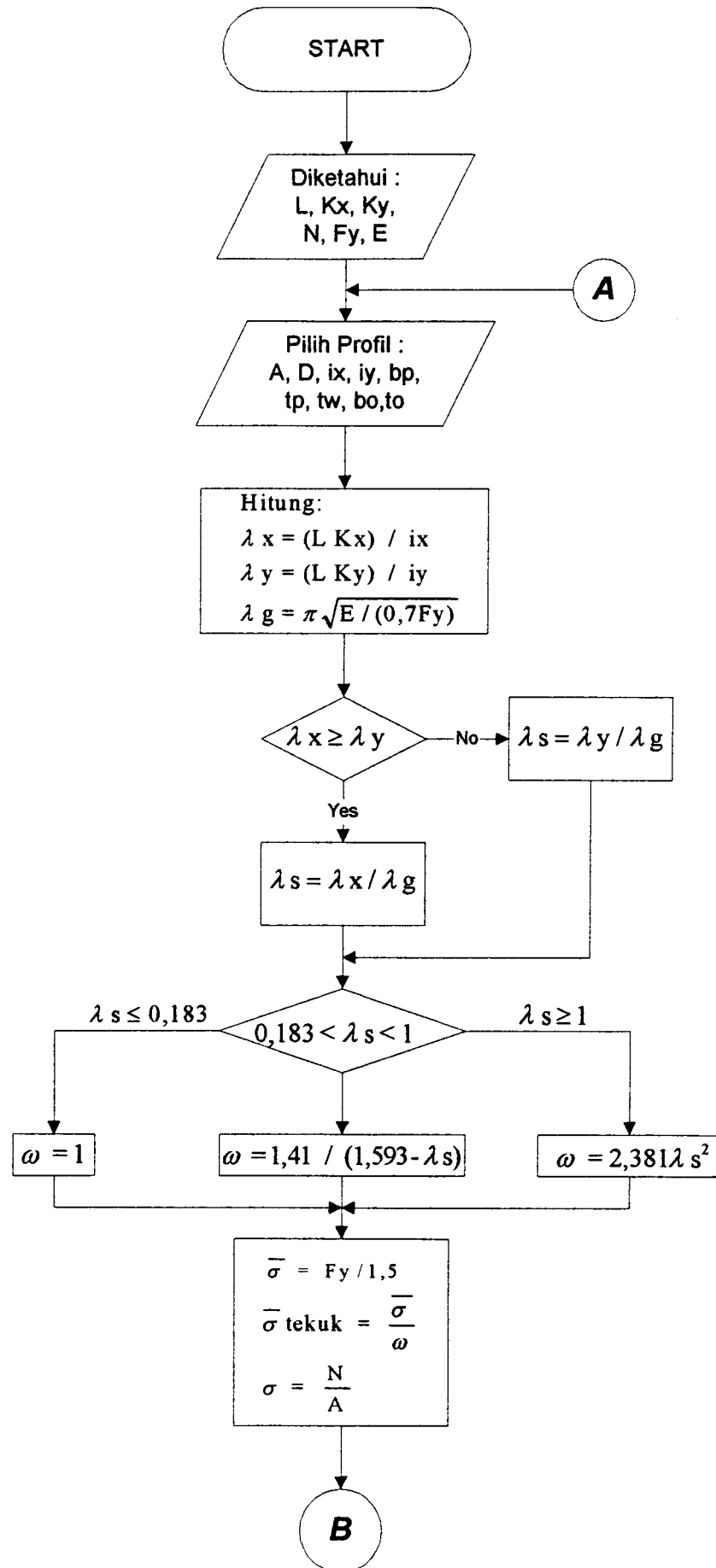
Pembahasan soal :

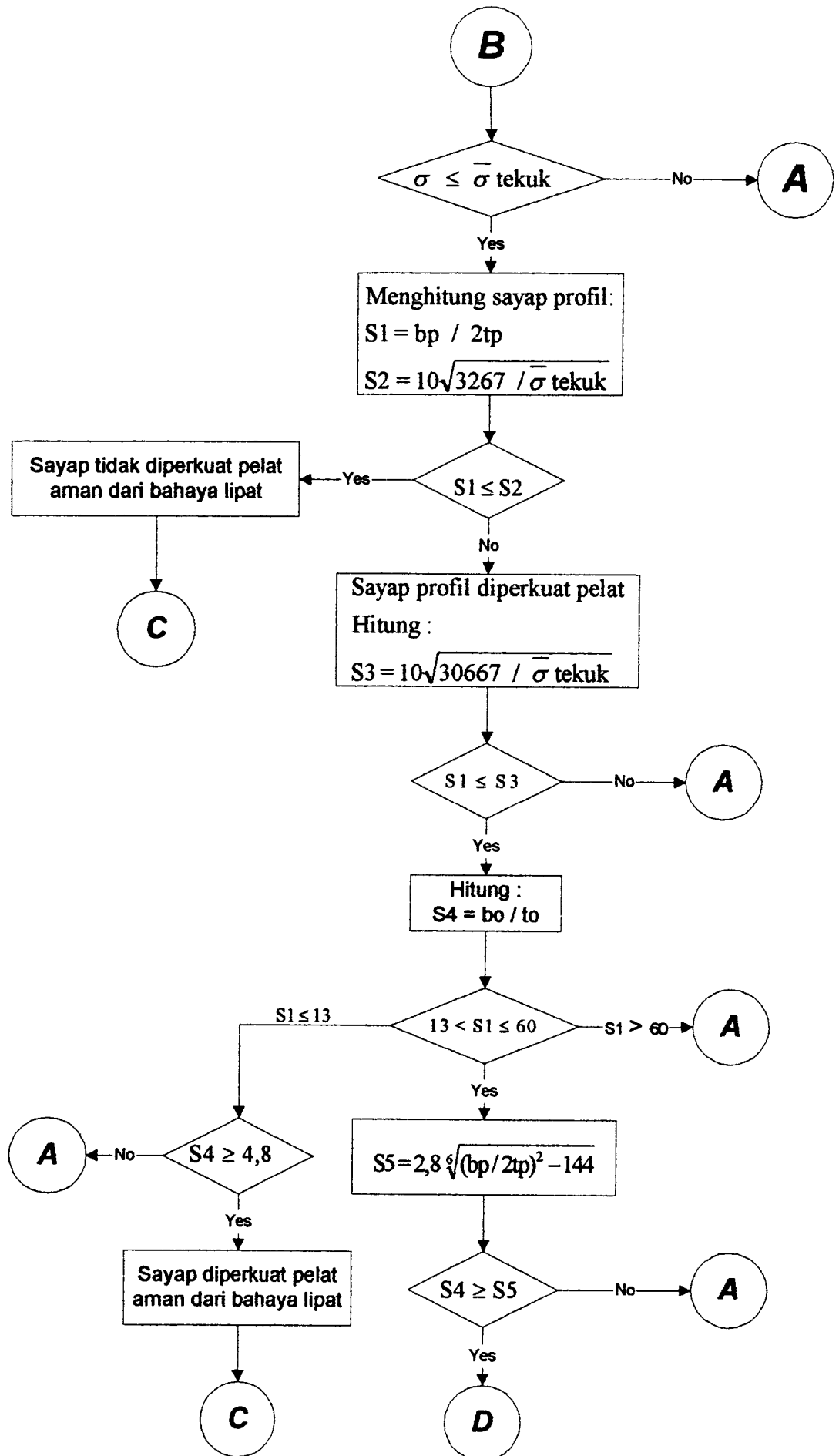
Sebuah kolom WF yang tingginya 600 cm memikul beban aksial tekan sentris sebesar 180 ton (termasuk berat sendiri). Dasar kolom terjepit kaku pada pondasinya sedangkan ujung kolom dihubungkan dengan balok-balok portal, ujung atas dapat berotasi. Bracing dipasang untuk mencegah goyangan dalam bidang lentur dalam sumbu lemah kolom. Jika baja dari Fe-360 (A-36), tentukan dimensi kolom dengan cara PPBBG'87 dan AISC. Catatan : 1 Ksi = 66,67 Kg/cm²; 1 inchi = 2,54 cm

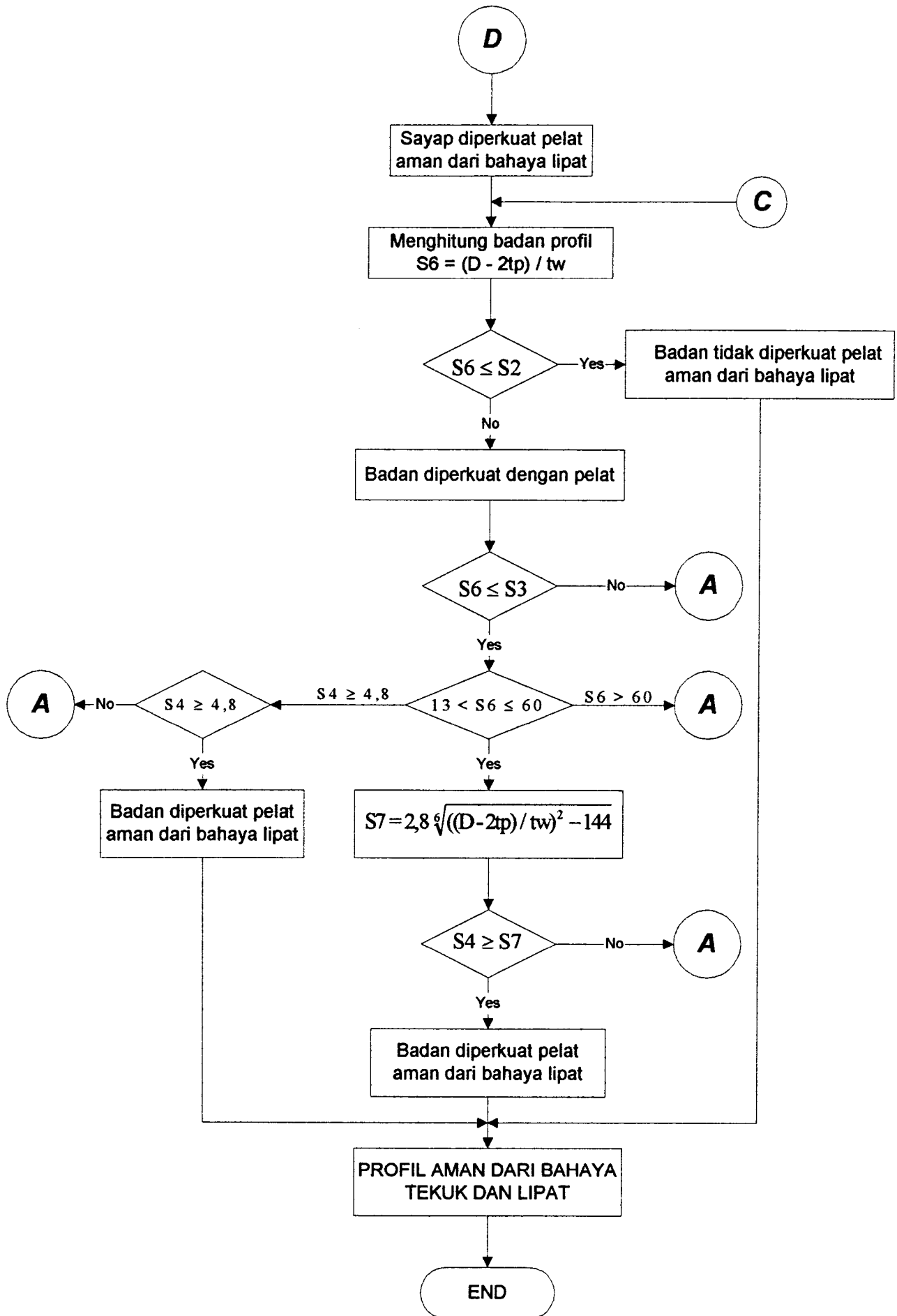


Gambar 6.1. Panjang tekuk kolom

Flow Chart Perencanaan Batang T tunggal Menurut PPBBG '87







```

10 PRINT
20 PRINT "*****"
30 PRINT "* PERENCANAAN BATANG TUNGGAL BERDASARKAN PPBBG'87 *"
40 PRINT "*****"
50 PRINT :PRINT "PENYELESAIAN :":PRINT
60 INPUT "PANJANG KOLOM (cm)                : ",L
70 INPUT "FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X   Kx  : ",KX
80 INPUT "FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y   Ky  : ",KY
90 INPUT "GAYA AKSIAL TOTAL N (Kg)       : ",N
100 INPUT "TEGANGAN LELEH Fy (Kg/cm2)    : ",FY
110 INPUT "MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm2) : ",E
120 PRINT :INPUT "PILIH PROFIL                : ",N$
130 INPUT "LUAS TAMPANG PROFIL A (inch^2)  : ",A1
140 A = A1 * (2.54^2)
150 INPUT "TINGGI PROFIL D (inch)         : ",D1
160 D = D1 * 2.54
170 INPUT "JARI-JARI GIRASI ix (inch)      : ",I1
180 IX = I1 * 2.54
190 INPUT "JARI-JARI GIRASI iy (inch)      : ",I2
200 IY = I2 * 2.54
210 INPUT "LEBAR SAYAP PROFIL bp (inch)    : ",B1
220 BP = B1 * 2.54
230 INPUT "TEBAL SAYAP PROFIL tp (inch)   : ",T1
240 TP = T1 * 2.54
250 INPUT "TEBAL BADAN PROFIL tw (inch)   : ",T2
260 TW = T2 * 2.54
270 LX = (L*KX)/IX:PRINT
280 PRINT "Lx (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) : "
290 PRINT TAB(7);"L.Kx";TAB(15);L;TAB(21);"x";TAB(23);KX
300 PRINT TAB(4);"= ----- = ----- =" ;TAB(28);LX
310 PRINT TAB(8);"ix";TAB(18);IX
320 LY = (L*KY)/IY:PRINT
330 PRINT "Ly (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y) : "
340 PRINT TAB(7);"L.Ky";TAB(15);L;TAB(21);"x";TAB(23);KY
350 PRINT TAB(4);"= ----- = ----- =" ;TAB(28);LY
360 PRINT TAB(8);"iy";TAB(18);IY
370 PRINT :IF LX > LY THEN ELSE 400
380 PRINT "TERNYATA Lx > Ly; Lx =";LX; "YANG MENENTUKAN"
390 PRINT :GOTO 410
400 PRINT "TERNYATA Lx < Ly; Ly =";LY; "YANG MENENTUKAN"
410 LG = 3.14*SQR(E/(.7*FY)):PRINT
420 PRINT "Lg (BATAS KELANGSINGAN BATANG) : "
430 PRINT "
440 PRINT "
450 PRINT "      = 3,143 V ----- =" ;LG
460 PRINT "              0,7Fy"
470 PRINT :IF LX > LY THEN ELSE 540
480 LS = LX/LG
490 PRINT "Ls (RASIO KELANGSINGAN BATANG) : "
500 PRINT TAB(7);"Lx";TAB(13);LX
510 PRINT TAB(4);"= ---- = ----- =" ;TAB(24);LS
520 PRINT TAB(7);"Lg";TAB(13);LG
530 PRINT :GOTO 590

```

```

540 LS = LY/LG:PRINT
550 PRINT "Ls (RASIO KELANGSINGAN BATANG) :"
560 PRINT TAB(7);"Ly";TAB(13);LY
570 PRINT TAB(4);"= ---- = ----- =" ;TAB(24);LS
580 PRINT TAB(7);"Lg";TAB(13);LG
590 PRINT :IF LS => 1 THEN 620
600 IF .183 < LS < 1 THEN 650
610 IF LS <= .183 THEN 680
620 PRINT "TERNYATA Ls > 1 , MAKA :"
630 W = 2.381*(LS^2)
640 PRINT :GOTO 700
650 PRINT "TERNYATA 0,183 < Ls < 1 MAKA :"
660 W = 1.41/(1.593 - LS)
670 PRINT :GOTO 720
680 PRINT "TERNYATA Ls < 0,183 MAKA :"
690 PRINT :W = 1
700 PRINT "w (FAKTOR TEKUK) = 2,381 Ls^2 =" ;W
710 GOTO 750
720 PRINT "w (FAKTOR TEKUK) = 1,41/(1,593 - Ls) =" ;W
730 GOTO 750
740 PRINT "w (FAKTOR TEKUK) =" ;W
750 PRINT :T = N/A
760 PRINT TAB(14);"N";TAB(29);N
770 PRINT TAB(1);"T terjadi = --- =" ;TAB(18);W;TAB(28);"-----"
780 PRINT TAB(14);"A";TAB(28);A
790 PRINT TAB(11);"=" ;TAB(13);T;TAB(23);"Kg/cm2"
800 PRINT :TI = FY/(1.5*W)
810 PRINT TAB(18);"Fy";TAB(31);FY
820 PRINT TAB(1);"T ijin tekuk = ----- ="
830 PRINT TAB(17);"1.5 w";TAB(26);"1.5 ";TAB(30);W
840 PRINT TAB(14);"=" ;TAB(16);TI;TAB(22);"Kg/cm2"
850 PRINT :IF T > TI THEN ELSE 1040
860 PRINT "TERNYATA TEGANGAN TERJADI > TEGANGAN IJIN TEKUK"
870 PRINT
880 PRINT " TEGANGAN TERJADI - TEGANGAN IJIN TEKUK"
890 PRINT "----- x 100 %"
900 PRINT "          TEGANGAN IJIN TEKUK"
910 PRINT :T4 = ((T - TI)/TI)*100
920 PRINT TAB(3);T;TAB(12);"-";TAB(14);TI
930 PRINT TAB(1);"= -----"
940 PRINT TAB(8);TI
950 PRINT "=" ;T4;"%"
960 PRINT :IF T4 <= 5 THEN ELSE 990
970 PRINT "TERNYATA :";T4;"%";" < 5 %";" MASIH BISA DIPAKAI"
980 PRINT :GOTO 1200
990 PRINT "TERNYATA :";T4;"%";" > 5 %":PRINT
1000 PRINT "PROFIL ";N$;" TIDAK AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK"
1010 PRINT :INPUT "APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) ";K$
1020 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 120
1030 PRINT :GOTO 1210
1040 PRINT "TERNYATA TEGANGAN TERJADI < TEGANGAN IJIN TEKUK"
1050 PRINT :PRINT " TEGANGAN IJIN TEKUK - TEGANGAN TERJADI"
1060 PRINT "----- x 100 %"

```

```

1070 PRINT "                TEGANGAN IJIN TEKUK"
1080 PRINT :T5 = ((TI - T)/TI)*100
1090 PRINT TAB(3);TI;TAB(9);"-";TAB(11);T
1100 PRINT TAB(1);"= -----"
1110 PRINT TAB(7);TI
1120 PRINT :PRINT "=";T5;"%"
1130 PRINT :IF T5 <= 10 THEN ELSE 1160
1140 PRINT "TERNYATA :";T5;"%";" < 10 %";" EKONOMIS"
1150 PRINT :GOTO 1200
1160 PRINT "TERNYATA :";T5;"%";" > 10 %";" KURANG EKONOMIS"
1170 PRINT :INPUT "APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) ";K$
1180 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 120
1190 PRINT
1200 PRINT "PROFIL ";N$;" AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK"
1210 PRINT :PRINT "* PERBANDINGAN LEBAR TEBAL ELEMEN "
1220 PRINT :S1 = BP/(2*TP)
1230 S2 = 10*SQR(3267/T)
1240 S3 = 10*SQR(30667/T)
1250 S6 = (D - (2*TP))/TW
1260 PRINT " 1. SAYAP PROFIL :":PRINT
1270 PRINT "      bp/2tp                : ";S1
1280 PRINT "      _____"
1290 PRINT "      10 V 3267/T terjadi :";S2
1300 PRINT :PRINT "      TERNYATA : "
1310 IF S1 < S2 THEN ELSE 1360
1320 PRINT "      _____"
1330 PRINT "      (bp/2tp) < (10 V 3267/T terjadi)"
1340 PRINT :PRINT "      SAYAP TIDAK DIPERKUAT PELAT"
1350 PRINT :GOTO 2080
1360 PRINT "      _____"
1370 PRINT "      (bp/2tp) > (10 V 3267/T terjadi)"
1380 PRINT :PRINT "      SAYAP HARUS DIPERKUAT PELAT "
1390 PRINT
1400 PRINT "      bp/2tp                : ";S1
1410 PRINT "      _____"
1420 PRINT "      10 V 30667/T terjadi :";S3
1430 PRINT :PRINT "      TERNYATA : "
1440 IF S1 <= S3 THEN ELSE 1480
1450 PRINT "      _____"
1460 PRINT "      (bp/2tp) < (10 V 30667/T tekuk)"
1470 PRINT :GOTO 1550
1480 PRINT "      _____"
1490 PRINT "      (bp/2tp) > (10 V 30667/T tekuk)"
1500 PRINT :PRINT "      SAYAP TIDAK AMAN TERHADAP BAHAYA LIPAT"
1510 PRINT
1520 INPUT "      APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) ";K$
1530 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 120
1540 PRINT :GOTO 2090
1550 INPUT "      LEBAR SAYAP YANG DIPERKUAT bo (inch) : ",B2
1560 BO = B2 * 2.54:PRINT
1570 INPUT "      TEBAL SAYAP YANG DIPERKUAT to (inch) : ",T3
1580 TO = T3 * 2.54
1590 S4 = BO/TO : PRINT

```

```

1600 PRINT "          HARUS MEMENUHI SYARAT : "
1610 S5=2.8*((S1^2-144)^.16667)
1620 PRINT :IF S1 <= 13 THEN ELSE 1740
1630 PRINT "          bo/to => 4,8 jika bp/2tp <=13"
1640 PRINT :PRINT "          bo/to : ";S4
1650 PRINT :PRINT "          TERNYATA : "
1660 PRINT :IF S4 < 4.8 THEN ELSE 1720
1670 PRINT "          bo/to < 4.8 , TIDAK MEMENUHI "
1680 PRINT
1690 INPUT "          APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) ";K$
1700 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 120
1710 PRINT :GOTO 2090
1720 PRINT :PRINT "          bo/to > 4.8 , MEMENUHI "
1730 PRINT :GOTO 2080
1740 IF 13 < S1 <= 60 THEN ELSE 2850
1750 PRINT "
1760 PRINT "          6 _____ 2"
1770 PRINT "          bo/to => 2,8 V((bp^2/2tp^2) -144)"
1780 PRINT :PRINT "          JIKA 13 < bp/2tp <= 60"
1790 PRINT
1800 PRINT "          bo/to _____ : "; S4
1810 PRINT "
1820 PRINT "          6 _____ 2"
1830 PRINT "          2,8 V((bp^2/2tp^2) -144) :";S5
1840 GOTO 2950
1850 PRINT "          TERNYATA : "
1860 IF S4 < S5 THEN ELSE 1960
1870 PRINT "
1880 PRINT "          6 _____ 2"
1890 PRINT "          bo/to < 2,8 V((bp^2/2tp^2) -144)"
1900 PRINT
1910 PRINT "          SAYAP TIDAK AMAN TERHADAP BAHAYA LIPAT "
1920 PRINT
1930 INPUT "          APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) ";K$
1940 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 120
1950 PRINT :GOTO 2090
1960 PRINT "
1970 PRINT "          6 _____ 2"
1980 PRINT "          bo/to > 2,8 V((bp^2/2tp^2) -144)"
1990 PRINT :GOTO 2080
2000 PRINT :PRINT "          (bp/2tp) > 60 ":PRINT
2010 PRINT "          PENGUATAN TEPI TIDAK BOLEH DENGAN PELAT "
2020 PRINT
2030 INPUT "          APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) ";K$
2040 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 120
2050 PRINT :GOTO 2090
2060 PRINT :PRINT "          TERNYATA MEMENUHI"
2070 PRINT
2080 PRINT "          SAYAP AMAN DARI BAHAYA LIPAT"
2090 PRINT :PRINT "          2. BADAN PROFIL : "
2100 PRINT :PRINT "          (D - 2tp)/tw _____ : ";S6
2110 PRINT "
2120 PRINT "          10 V 3267/T terjadi :";S2

```



```

2130 PRINT :PRINT "      TERNYATA : "
2140 IF S6 <= S2 THEN ELSE 2190
2150 PRINT "
2160 PRINT "      (D - 2tp)/tw < 10 V 3267/T terjadi"
2170 PRINT :PRINT "      BADAN TIDAK DIPERKUAT PELAT"
2180 PRINT :GOTO 2930
2190 PRINT "
2200 PRINT "      (D - 2tp)/tw > 10 V 3267/T terjadi"
2210 PRINT :PRINT "      BADAN HARUS DIPERKUAT PELAT "
2220 PRINT "
2230 PRINT "      10 V 30667/T terjadi : ";S3
2240 PRINT :PRINT "      TERNYATA : "
2250 IF S6 <= S3 THEN ELSE 2290
2260 PRINT "
2270 PRINT "      (D - 2tp)/tw < 10 V 30667/T terjadi"
2280 PRINT :GOTO 2370
2290 PRINT "
2300 PRINT "      (D - 2tp)/tw > 10 V 30667/T terjadi"
2310 PRINT "
2320 PRINT "      BADAN TIDAK AMAN TERHADAP BAHAYA LIPAT"
2330 PRINT "
2340 INPUT "      APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) ";K$
2350 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 120
2360 PRINT :GOTO 2950
2370 INPUT "      LEBAR BADAN YANG DIPERKUAT bo (inch) : ",B2
2380 PRINT "
2390 INPUT "      TEBAL BADAN YANG DIPERKUAT to (inch) : ",T3
2400 BO = B2 * 2.54
2410 TO = T3 * 2.54
2420 S4 = BO/TO : PRINT "
2430 S7 = 2.8*(((S6^2) - 144)^.16667)
2440 PRINT "      HARUS MEMENUHI SYARAT : "
2450 PRINT :IF S6 <= 13 THEN ELSE 2590
2460 PRINT "      bo/to => 4,8 jika (D - 2tp)/tw <= 13"
2470 PRINT :PRINT "      bo/to : ";S4
2480 PRINT :PRINT "      TERNYATA : "
2490 PRINT :IF S4 < 4.8 THEN ELSE 2570
2500 PRINT "      bo/to < 4.8 , TIDAK MEMENUHI "
2510 PRINT "
2520 PRINT "      BADAN TIDAK AMAN TERHADAP BAHAYA LIPAT"
2530 PRINT "
2540 INPUT "      APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) ";K$
2550 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 120
2560 PRINT :GOTO 2950
2570 PRINT :PRINT "      bo/to > 4.8 , MEMENUHI "
2580 PRINT :GOTO 2910
2590 IF 13 < S6 <= 60 THEN ELSE 2850
2600 PRINT "
2610 PRINT "      6          2"
2620 PRINT "      bo/to => 2,8 V(((D - 2tp)/tw) - 144)"
2630 PRINT "
2640 PRINT "      JIKA 13 < (D - 2tp)/tw <= 60"
2650 PRINT "

```

```

2660 PRINT "      bo/to                               : ";S4
2670 PRINT "      _____"
2680 PRINT "      6                               2"
2690 PRINT "      2.8 V (((D -2tp)/tw) - 144) :";S7
2700 PRINT :PRINT "      TERNYATA :";
2710 IF S4 <= S7 THEN ELSE 2790
2720 PRINT "      _____"
2730 PRINT "      6                               2"
2740 PRINT "      (bo/to) < 2.8 V (((D -2tp)/tw) - 144)"
2750 PRINT :PRINT "      TIDAK MEMENUHI":PRINT
2760 INPUT "      APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) ";K$
2770 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 120
2780 PRINT :GOTO 2950
2790 PRINT "      _____"
2800 PRINT "      6                               2"
2810 PRINT "      (bo/to) > 2.8 V (((D -2tp)/tw) - 144)"
2820 PRINT
2830 PRINT "      MEMENUHI"
2840 PRINT :GOTO 2910
2850 PRINT :PRINT "      (D - 2tp)/tw > 60":PRINT
2860 PRINT "      PENGUATAN TEPI TIDAK BOLEH DENGAN PELAT"
2870 PRINT
2880 INPUT "      APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) ";K$
2890 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 120
2900 PRINT :GOTO 2950
2910 PRINT :PRINT "      BADAN AMAN DARI BAHAYA LIPAT"
2920 PRINT
2930 PRINT "      PROFIL ";N$;" AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK DAN LIPAT"
2940 PRINT :GOTO 2970
2950 PRINT "      PROFIL ";N$;" TIDAK AMAN TERHADAP BAHAYA LIPAT"
2960 PRINT
2970 END

```

RUN

 * PERENCANAAN BATANG TUNGGAL BERDASARKAN PPBBG'87 *

PENYELESAIAN :

PANJANG KOLOM (cm) : 600
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X K_x : 1
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y K_y : 0.5
 GAYA AKSIAL TOTAL N (Kg) : 180000
 TEGANGAN LELEH F_y (Kg/cm²) : 2400
 MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm²) : 2100000

PILIH PROFIL : WF 14 X 74
 LUAS TAMPANG PROFIL A (inch²) : 21.8
 TINGGI PROFIL D (inch) : 14.17
 JARI-JARI GIRASI i_x (inch) : 6.04
 JARI-JARI GIRASI i_y (inch) : 2.48
 LEBAR SAYAP PROFIL b_p (inch) : 10.07
 TEBAL SAYAP PROFIL t_p (inch) : 0.785
 TEBAL BADAN PROFIL t_w (inch) : 0.45

L_x (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) :

$$= \frac{L \cdot K_x}{i_x} = \frac{600 \times 1}{15.3416} = 39.10935$$

L_y (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y) :

$$= \frac{L \cdot K_y}{i_y} = \frac{600 \times .5}{6.2992} = 47.6251$$

TERNYATA $L_x < L_y$; $L_y = 47.6251$ YANG MENENTUKAN

L_g (BATAS KELANGSINGAN BATANG) :

$$= 3,143 \sqrt{\frac{E}{0,7F_y}} = 111.0158$$

L_s (RASIO KELANGSINGAN BATANG) :

$$= \frac{L_y}{L_g} = \frac{47.6251}{111.0158} = .428994$$

TERNYATA $0,183 < L_s < 1$ MAKA :

$$w \text{ (FAKTOR TEKUK)} = 1,41 / (1,593 - L_s) = 1.211334$$

$$T \text{ terjadi} = \frac{N}{A} = \frac{180000}{140.6449}$$

$$= 1279.819 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T \text{ ijin tekuk} = \frac{F_y}{1.5 w} = \frac{2400}{1.5 \cdot 1.211334}$$

$$= 1320.858 \text{ Kg/cm}^2$$

TERNYATA TEGANGAN TERJADI < TEGANGAN IJIN TEKUK

$$\frac{\text{TEGANGAN IJIN TEKUK} - \text{TEGANGAN TERJADI}}{\text{TEGANGAN IJIN TEKUK}} \times 100 \%$$

$$= \frac{1320.858 - 1279.819}{1320.858}$$

$$= 3.106973 \%$$

TERNYATA : 3.106973 % < 10 % EKONOMIS

PROFIL WF 14 X 74 AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK

* PERBANDINGAN LEBAR TEBAL ELEMEN

1. SAYAP PROFIL :

$$bp/2tp \quad : \quad 6.414013$$

$$10 \sqrt{\frac{3267}{T \text{ terjadi}}} : 15.97718$$

TERNYATA :

$$(bp/2tp) < (10 \sqrt{\frac{3267}{T \text{ terjadi}}})$$

SAYAP TIDAK DIPERKUAT PELAT

SAYAP AMAN DARI BAHAYA LIPAT

2. BADAN PROFIL :

$$(D - 2tp)/tw \quad : \quad 28$$

$$10 \sqrt{\frac{3267}{T \text{ terjadi}}} : 15.97718$$

TERNYATA :

$$(D - 2tp)/tw > 10 \sqrt{\frac{3267}{T \text{ terjadi}}}$$

BADAN HARUS DIPERKUAT PELAT

$10 \sqrt{30667/T}$ terjadi : 48.95098

TERNYATA :

$(D - 2tp)/tw < 10 \sqrt{30667/T}$ terjadi

LEBAR BADAN YANG DIPERKUAT b_o (inch) : 12.6

TEBAL BADAN YANG DIPERKUAT t_o (inch) : 0.45

HARUS MEMENUHI SYARAT :

$b_o/t_o \Rightarrow 2.8 \sqrt{\frac{6}{((D - 2tp)/tw)^2 - 144}}$

JIKA $13 < (D - 2tp)/tw \leq 60$

b_o/t_o : 28.00001

$2.8 \sqrt{\frac{6}{((D - 2tp)/tw)^2 - 144}}$: 8.219853

TERNYATA :

$(b_o/t_o) > 2.8 \sqrt{\frac{6}{((D - 2tp)/tw)^2 - 144}}$

MEMENUHI

BADAN AMAN DARI BAHAYA LIPAT

PROFIL WF 14 X 74 AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK DAN LIPAT

Ok

RUN

 * PERENCANAAN BATANG TUNGGAL BERDASARKAN PPBBG'87 *

PENYELESAIAN :

PANJANG KOLOM (cm) : 600
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X K_x : 1
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y K_y : 0.5
 GAYA AKSIAL TOTAL N (Kg) : 180000
 TEGANGAN LELEH F_y (Kg/cm²) : 2400
 MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm²) : 2100000

PILIH PROFIL : WF 14 X 82
 LUAS TAMPANG PROFIL A (inch²) : 24.1
 TINGGI PROFIL D (inch) : 14.31
 JARI-JARI GIRASI i_x (inch) : 6.05
 JARI-JARI GIRASI i_y (inch) : 2.48
 LEBAR SAYAP PROFIL b_p (inch) : 10.13
 TEBAL SAYAP PROFIL t_p (inch) : 0.855
 TEBAL BADAN PROFIL t_w (inch) : 0.51

$$L_x \text{ (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) :}$$

$$= \frac{L \cdot K_x}{i_x} = \frac{600 \times 1}{15.367} = 39.04471$$

$$L_y \text{ (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y) :}$$

$$= \frac{L \cdot K_y}{i_y} = \frac{600 \times 0.5}{6.2992} = 47.6251$$

TERNYATA $L_x < L_y$; $L_y = 47.6251$ YANG MENENTUKAN

L_g (BATAS KELANGSINGAN BATANG) :

$$= 3,143 \sqrt{\frac{E}{0,7F_y}} = 111.0158$$

L_s (RASIO KELANGSINGAN BATANG) :

$$= \frac{L_y}{L_g} = \frac{47.6251}{111.0158} = .428994$$

TERNYATA $0,183 < L_s < 1$ MAKA :

$$v \text{ (FAKTOR TEKUK)} = 1,41 / (1,593 - L_s) = 1.211334$$

$$T \text{ terjadi} = \frac{N}{A} = \frac{180000}{155.4836}$$

$$= 1157.679 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T \text{ ijin tekuk} = \frac{F_y}{1.5 w} = \frac{2400}{1.5 \cdot 1.211334}$$

$$= 1320.858 \text{ Kg/cm}^2$$

TERNYATA TEGANGAN TERJADI < TEGANGAN IJIN TEKUK

$$\frac{\text{TEGANGAN IJIN TEKUK} - \text{TEGANGAN TERJADI}}{\text{TEGANGAN IJIN TEKUK}} \times 100 \%$$

$$= \frac{1320.858 - 1157.679}{1320.858}$$

$$= 12.35403 \%$$

TERNYATA : 12.35403 % > 10 % KURANG EKONOMIS

APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) ? Y

PILIH PROFIL	: WF 16 X 77
LUAS TAMPANG PROFIL A (inch ²)	: 22.6
TINGGI PROFIL D (inch)	: 16.17
JARI-JARI GIRASI ix (inch)	: 7.0
JARI-JARI GIRASI iy (inch)	: 2.47
LEBAR SAYAP PROFIL bp (inch)	: 10.295
TEBAL SAYAP PROFIL tp (inch)	: 0.760
TEBAL BADAN PROFIL tw (inch)	: 0.455

$$L_x \text{ (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) :}$$

$$= \frac{L \cdot K_x}{i_x} = \frac{600 \times 1}{17.78} = 33.74579$$

$$L_y \text{ (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y) :}$$

$$= \frac{L \cdot K_y}{i_y} = \frac{600 \times .5}{6.2738} = 47.81791$$

TERNYATA $L_x < L_y$; $L_y = 47.81791$ YANG MENENTUKAN

L_g (BATAS KELANGSINGAN BATANG) :

$$= 3,143 \sqrt{\frac{E}{0,7F_y}} = 111.0158$$

$$L_s \text{ (RASIO KELANGSINGAN BATANG) :}$$

$$= \frac{L_y}{L_g} = \frac{47.81791}{111.0158} = .4307308$$

TERNYATA $0,183 < L_s < 1$ MAKA :

$$w \text{ (FAKTOR TEKUK) } = 1,41 / (1,593 - L_s) = 1.213144$$

$$T \text{ terjadi } = \frac{N}{A} = \frac{180000}{145.8062}$$

$$= 1234.516 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T \text{ ijin tekuk } = \frac{F_y}{1.5 w} = \frac{2400}{1.5 \cdot 1.213144}$$

$$= 1318.887 \text{ Kg/cm}^2$$

TERNYATA TEGANGAN TERJADI < TEGANGAN IJIN TEKUK

$$\frac{\text{TEGANGAN IJIN TEKUK} - \text{TEGANGAN TERJADI}}{\text{TEGANGAN IJIN TEKUK}} \times 100 \%$$

$$= \frac{1318.887 - 1234.516}{1318.887}$$

$$= 6.397153 \%$$

TERNYATA : $6.397153 \% < 10 \%$ EKONOMIS

PROFIL WF 16 X 77 AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK

* PERBANDINGAN LEBAR TEBAL ELEMEN

1. SAYAP PROFIL :

$$bp/2tp \quad : \quad 6.773027$$

$$10 \sqrt{3267/T \text{ terjadi}} \quad : \quad 16.2677$$

TERNYATA :

$$(bp/2tp) < (10 \sqrt{3267/T \text{ terjadi}})$$

SAYAP TIDAK DIPERKUAT PELAT

SAYAP AMAN DARI BAHAYA LIPAT

2. BADAN PROFIL :

$$(D - 2tp)/tw \quad : \quad 32.1978$$

$$10 \sqrt[6]{\frac{3267}{T} \text{ terjadi}} \quad : \quad 16.2677$$

TERNYATA :

$$(D - 2tp)/tw > 10 \sqrt[6]{\frac{3267}{T} \text{ terjadi}}$$

BADAN HARUS DIPERKUAT PELAT

$$10 \sqrt[6]{\frac{30667}{T} \text{ terjadi}} \quad : \quad 49.84107$$

TERNYATA :

$$(D - 2tp)/tw < 10 \sqrt[6]{\frac{30667}{T} \text{ terjadi}}$$

LEBAR BADAN YANG DIPERKUAT b_o (inch) : 12.6TEBAL BADAN YANG DIPERKUAT t_o (inch) : 0.51

HARUS MEMENUHI SYARAT :

$$b_o/t_o \Rightarrow 2.8 \sqrt[6]{\frac{(D - 2tp)^2}{tw} - 144}$$

$$\text{JIKA } 13 < (D - 2tp)/tw \leq 60$$

$$b_o/t_o \quad : \quad 24.70589$$

$$2.8 \sqrt[6]{\frac{(D - 2tp)^2}{tw} - 144} \quad : \quad 8.688644$$

TERNYATA :

$$(b_o/t_o) > 2.8 \sqrt[6]{\frac{(D - 2tp)^2}{tw} - 144}$$

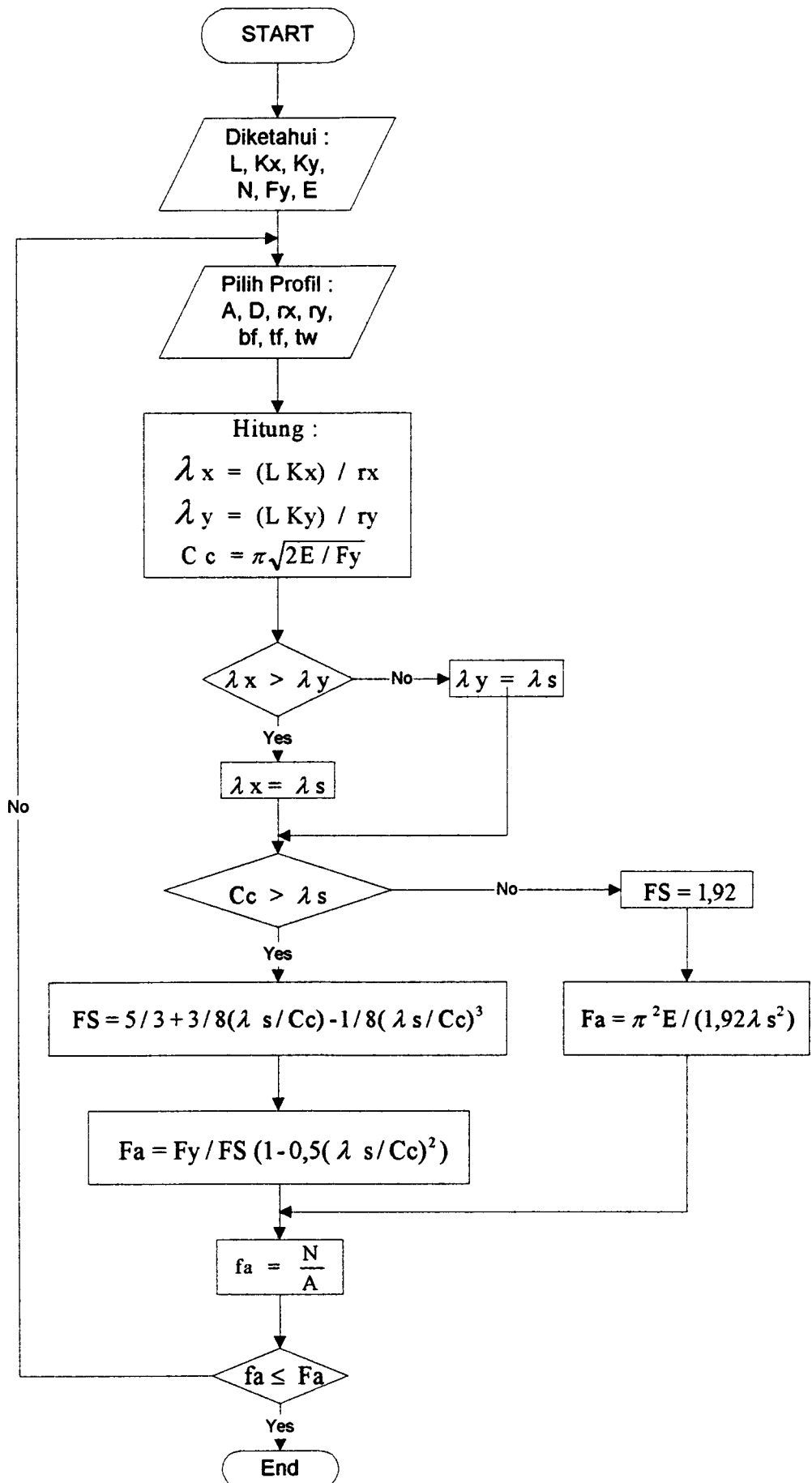
MEMENUHI

BADAN AMAN DARI BAHAYA LIPAT

PROFIL WF 16 X 77 AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK DAN LIPAT

Ok

Flow Chart Perencanaan Batang Tunggal Menurut AISC



```

10 PRINT
20 PRINT "*****"
30 PRINT "* PERENCANAAN BATANG TUNGGAL BERDASARKAN AISC *"
40 PRINT "*****"
50 PRINT :PRINT "PENYELESAIAN :":PRINT
60 INPUT "PANJANG KOLOM (cm) : " : L
70 INPUT "FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X Kx : " : KX
80 INPUT "FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y Ky : " : KY
90 INPUT "GAYA AKSIAL TOTAL N (Kg) : " : N
100 INPUT "TEGANGAN LELEH Fy (Kg/cm2) : " : FY
110 INPUT "MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm2) : " : E
120 PRINT
130 INPUT "PILIH PROFIL : " : N$
140 INPUT "LUAS TAMPANG PROFIL A (inch^2) : " : A1
150 A = A1 * (2.54^2)
160 INPUT "TINGGI PROFIL D (inch) : " : D1
170 D = D1 * 2.54
180 INPUT "JARI-JARI GIRASI rx (inch) : " : R1
190 RX = R1 * 2.54
200 INPUT "JARI-JARI GIRASI ry (inch) : " : R2
210 RY = R2 * 2.54
220 INPUT "LEBAR SAYAP PROFIL bf (inch) : " : B1
230 BF = B1 * 2.54
240 INPUT "TEBAL SAYAP PROFIL tf (inch) : " : T1
250 TF = T1 * 2.54
260 INPUT "TEBAL BADAN PROFIL tw (inch) : " : T2
270 TW = T2 * 2.54
280 PRINT :LX = (L*KX)/RX
290 PRINT "Lx (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) : "
300 PRINT TAB(7); "L.Kx"; TAB(15); L; TAB(21); "x"; TAB(23); KX
310 PRINT TAB(4); "= ----- = ----- =" ; TAB(28); LX
320 PRINT TAB(8); "rx"; TAB(18); RX
330 PRINT :LY = (L*KY)/RY
340 PRINT "Ly (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y) : "
350 PRINT TAB(7); "L.Ky"; TAB(15); L; TAB(21); "x"; TAB(23); KY
360 PRINT TAB(4); "= ----- = ----- =" ; TAB(28); LY
370 PRINT TAB(8); "ry"; TAB(18); RY
380 PRINT :IF LX > LY THEN ELSE 410
390 PRINT "TERNYATA Lx > Ly; Lx ="; LX; "YANG MENENTUKAN"
400 LS = LX : PRINT :GOTO 430
410 PRINT "TERNYATA Lx < Ly; Ly ="; LY; "YANG MENENTUKAN"
420 LS = LY : PRINT
430 CC = 3.14*SQR((2*E)/FY)
440 PRINT "Cc (BATAS KELANGSINGAN BATANG) : "
450 PRINT "
460 PRINT "
470 PRINT " = 3,143 V ----- =" ; CC
480 PRINT "
490 PRINT :IF CC > LS THEN ELSE 580
500 PRINT "TEKUK IN-ELASTIS"
510 FS = (5/3) + ((3/8)*(LS/CC)) - ((1/8)*((LS/CC)^3))
520 FA = (FY/FS) * (1 - (.5*((LS/CC)^2)))
530 T = N/A : PRINT

```

```

540 PRINT "FAKTOR KEAMANAN (FS)           :";FS;" Kg/cm^2"
550 PRINT :PRINT "TEGANGAN IJIN TEKUK (FA)       :";FA;" Kg/cm^2"
560 PRINT :PRINT "TEGANGAN TERJADI (T)          :";T;" Kg/cm^2"
570 PRINT :GOTO 650
580 PRINT "TEKUK ELASTIS"
590 FS = 1.92
600 FA = ((3.143^2) * E) / (1.92 * (LS^2))
610 T = N/A :PRINT
620 PRINT"FAKTOR KEAMANAN (FS)           :";FS
630 PRINT :PRINT "TEGANGAN IJIN TEKUK (FA)       :";FA;" Kg/cm^2"
640 PRINT :PRINT "TEGANGAN TERJADI (T)          :";T;" Kg/cm^2"
650 PRINT :IF T > FA THEN ELSE 850
660 PRINT "TERNYATA TEGANGAN TERJADI > TEGANGAN IJIN TEKUK"
670 PRINT :T3 = ( (T - FA) / FA ) * 100
680 PRINT "      TEGANGAN TERJADI - TEGANGAN IJIN TEKUK"
690 PRINT "= ----- x 100 %"
700 PRINT "              TEGANGAN IJIN TEKUK"
710 PRINT
720 PRINT TAB(3);T;TAB(14);"-";TAB(16);FA
730 PRINT TAB(1);"= ----- x 100 %"
740 PRINT TAB(8);FA
750 PRINT :PRINT "=";T3;"%":PRINT
760 IF T3 <= 5 THEN ELSE 790
770 PRINT "TERNYATA :";T3;"%";" < 5 %";" (MASIH BISA DIPAKAI)"
780 PRINT :GOTO 1030
790 PRINT "TERNYATA :";T3;"%";" > 5 %":PRINT
800 PRINT "PROFIL ";N$;" TIDAK AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK"
810 PRINT
820 INPUT "APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) ";K$
830 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 120
840 PRINT :GOTO 1050
850 PRINT "TERNYATA TEGANGAN TERJADI < TEGANGAN IJIN TEKUK"
860 PRINT
870 PRINT "      TEGANGAN IJIN TEKUK - TEGANGAN TERJADI"
880 PRINT "= ----- x 100 %"
890 PRINT "              TEGANGAN IJIN TEKUK"
900 PRINT :T4 = ((FA - T) / FA) * 100
910 PRINT TAB(3);FA;TAB(14);"-";TAB(16);T
920 PRINT TAB(1);"= ----- x 100 %"
930 PRINT TAB(8);FA
940 PRINT :PRINT "=";T4;"%":PRINT
950 IF T4 <= 10 THEN ELSE 980
960 PRINT "TERNYATA :";T4;"%";" < 10 %";" (EKONOMIS)"
970 PRINT :GOTO 1030
980 PRINT "TERNYATA :";T4;"%";" > 10 %";" (KURANG EKONOMIS)"
990 PRINT
1000 INPUT "APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) ";K$
1010 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 120
1020 PRINT
1030 PRINT "PROFIL ";N$;" AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK"
1040 PRINT
1050 END

```

RUN

 * PERENCANAAN BATANG TUNGGAL BERDASARKAN AISC *

PENYELESAIAN :

PANJANG KOLOM (cm) : 600
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X K_x : 1
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y K_y : 0.5
 GAYA AKSIAL TOTAL N (Kg) : 180000
 TEGANGAN LELEH F_y (Kg/cm²) : 2400
 MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm²) : 2100000

PILIH PROFIL : WF 14 X 74
 LUAS TAMPANG PROFIL A (inch²) : 21.8
 TINGGI PROFIL D (inch) : 14.17
 JARI-JARI GIRASI r_x (inch) : 6.04
 JARI-JARI GIRASI r_y (inch) : 2.48
 LEBAR SAYAP PROFIL bf (inch) : 10.07
 TEBAL SAYAP PROFIL tf (inch) : 0.785
 TEBAL BADAN PROFIL tw (inch) : 0.45

L_x (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) :

$$= \frac{L \cdot K_x}{r_x} = \frac{600 \times 1}{15.3416} = 39.10935$$

L_y (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y) :

$$= \frac{L \cdot K_y}{r_y} = \frac{600 \times 0.5}{6.2992} = 47.6251$$

TERNYATA $L_x < L_y$; $L_y = 47.6251$ YANG MENENTUKAN

C_c (BATAS KELANGSINGAN BATANG) :

$$= 3.143 \sqrt{\frac{2E}{F_y}} = 131.3556$$

TEKUK IN-ELASTIS

FAKTOR KEAMANAN (FS) : 1.796671 Kg/cm²
 TEGANGAN IJIN TEKUK (FA) : 1248.005 Kg/cm²
 TEGANGAN TERJADI (T) : 1279.819 Kg/cm²

TERNYATA TEGANGAN TERJADI > TEGANGAN IJIN TEKUK

$$\begin{aligned} &= \frac{\text{TEGANGAN TERJADI} - \text{TEGANGAN IJIN TEKUK}}{\text{TEGANGAN IJIN TEKUK}} \times 100 \% \\ &= \frac{1279.819 - 1248.005}{1248.005} \times 100 \% \\ &= 2.549195 \% \end{aligned}$$

TERNYATA : 2.549195 % < 5 % (MASIH BISA DIPAKAI)

PROFIL WF 14 X 74 AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK

Ok

RUN

 * PERENCANAAN BATANG TUNGGAL BERDASARKAN AISC *

PENYELESAIAN :

PANJANG KOLOM (cm) : 600
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X K_x : 1
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y K_y : 0.5
 GAYA AKSIAL TOTAL N (Kg) : 180000
 TEGANGAN LELEH F_y (Kg/cm²) : 2400
 MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm²) : 2100000

PILIH PROFIL : WF 14 X 82
 LUAS TAMPANG PROFIL A (inch²) : 24.1
 TINGGI PROFIL D (inch) : 14.31
 JARI-JARI GIRASI r_x (inch) : 6.05
 JARI-JARI GIRASI r_y (inch) : 2.48
 LEBAR SAYAP PROFIL bf (inch) : 10.13
 TEBAL SAYAP PROFIL tf (inch) : 0.855
 TEBAL BADAN PROFIL tw (inch) : 0.510

L_x (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) :

$$= \frac{L \cdot K_x}{r_x} = \frac{600 \times 1}{15.367} = 39.04471$$

L_y (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y) :

$$= \frac{L \cdot K_y}{r_y} = \frac{600 \times 0.5}{6.2992} = 47.6251$$

TERNYATA $L_x < L_y$; $L_y = 47.6251$ YANG MENENTUKAN

C_c (BATAS KELANGSINGAN BATANG) :

$$= 3,143 \sqrt{\frac{2E}{F_y}} = 131.3556$$

TEKUK IN-ELASTIS

FAKTOR KEAMANAN (FS) : 1.796671 Kg/cm²
 TEGANGAN IJIN TEKUK (FA) : 1248.005 Kg/cm²
 TEGANGAN TERJADI (T) : 1157.679 Kg/cm²

TERNYATA TEGANGAN TERJADI < TEGANGAN IJIN TEKUK

$$\frac{\text{TEGANGAN IJIN TEKUK} - \text{TEGANGAN TERJADI}}{\text{TEGANGAN IJIN TEKUK}} \times 100 \%$$
$$= \frac{1248.005 - 1157.679}{1248.005} \times 100 \%$$
$$= 7.237664 \%$$

TERNYATA : 7.237664 % < 10 % (EKONOMIS)

PROFIL WF 14 X 82 AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK

Ok

RUN

 * PERENCANAAN BATANG TUNGGAL BERDASARKAN AISC *

PENYELESAIAN :

PANJANG KOLOM (cm) : 600
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X Kx : 1
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y Ky : 0.5
 GAYA AKSIAL TOTAL N (Kg) : 180000
 TEGANGAN LELEH Fy (Kg/cm²) : 2400
 MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm²) : 2100000

PILIH PROFIL : WF 16 X 77
 LUAS TAMPANG PROFIL A (inch²) : 22.6
 TINGGI PROFIL D (inch) : 16.52
 JARI-JARI GIRASI rx (inch) : 7.0
 JARI-JARI GIRASI ry (inch) : 2.47
 LEBAR SAYAP PROFIL bf (inch) : 10.295
 TEBAL SAYAP PROFIL tf (inch) : 0.760
 TEBAL BADAN PROFIL tw (inch) : 0.455

Lx (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) :

$$= \frac{L \cdot K_x}{r_x} = \frac{600 \times 1}{17.78} = 33.74579$$

Ly (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y) :

$$= \frac{L \cdot K_y}{r_y} = \frac{600 \times .5}{6.2738} = 47.81791$$

TERNYATA Lx < Ly; Ly = 47.81791 YANG MENENTUKAN

Cc (BATAS KELANGSINGAN BATANG) :

$$= 3,143 \sqrt{\frac{2E}{F_y}} = 131.3556$$

TEKUK IN-ELASTIS

FAKTOR KEAMANAN (FS) : 1.797149 Kg/cm²

TEGANGAN IJIN TEKUK (FA) : 1246.961 Kg/cm²

TEGANGAN TERJADI (T) : 1234.516 Kg/cm²

TERNYATA TEGANGAN TERJADI < TEGANGAN IJIN TEKUK

$$\frac{\text{TEGANGAN IJIN TEKUK} - \text{TEGANGAN TERJADI}}{\text{TEGANGAN IJIN TEKUK}} \times 100 \%$$

$$= \frac{1246.961 - 1234.516}{1246.961} \times 100 \%$$

$$= .9980416 \%$$

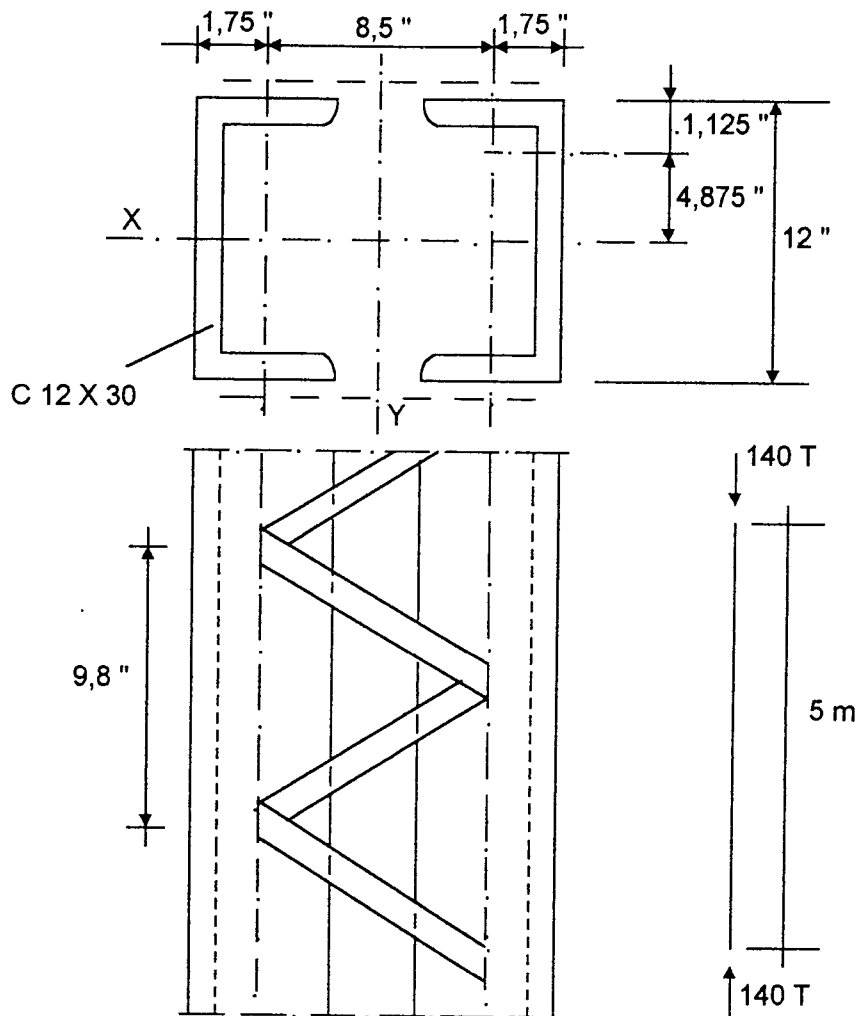
TERNYATA : .9980416 % < 10 % (EKONOMIS)

PROFIL WF 16 X 77 AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK

Ok

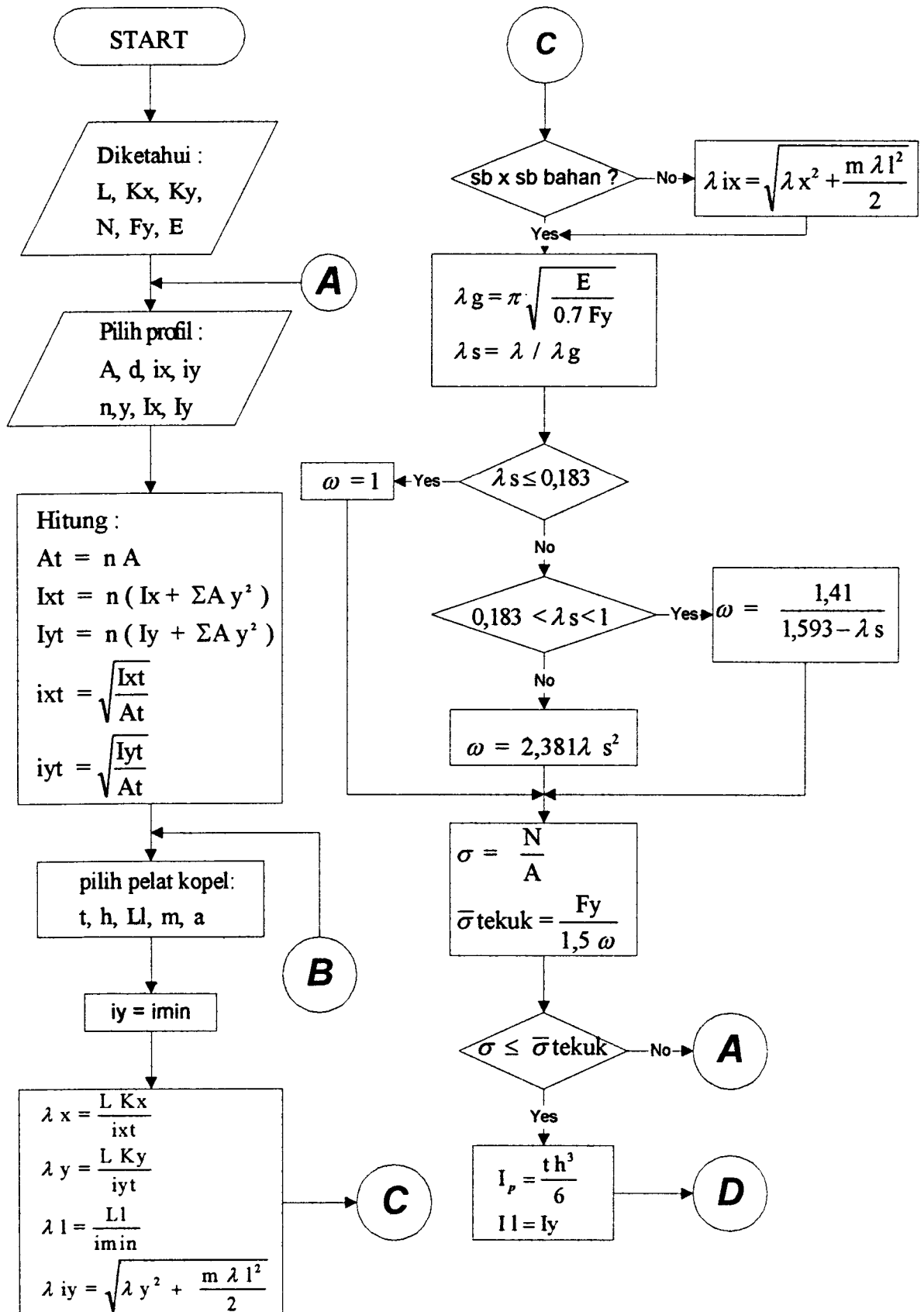
2. Sebuah kolom yang tingginya 500 cm, memikul beban aksial tekan sebesar 140 ton, tentukan dimensi kolom dari batang tersusun dari profil siku dengan batang diagonal baja dari Fe-360.

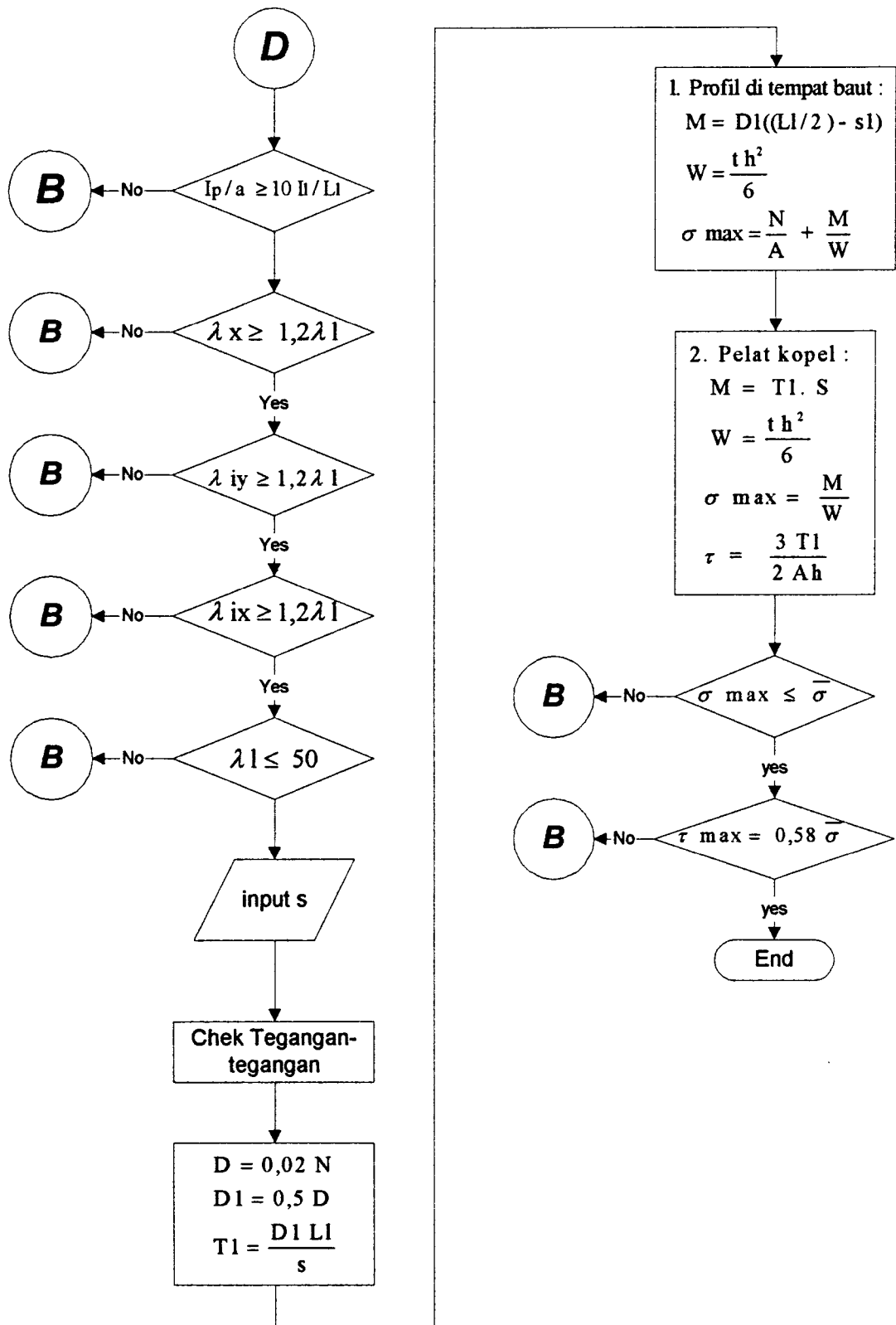
Penyelesaian :



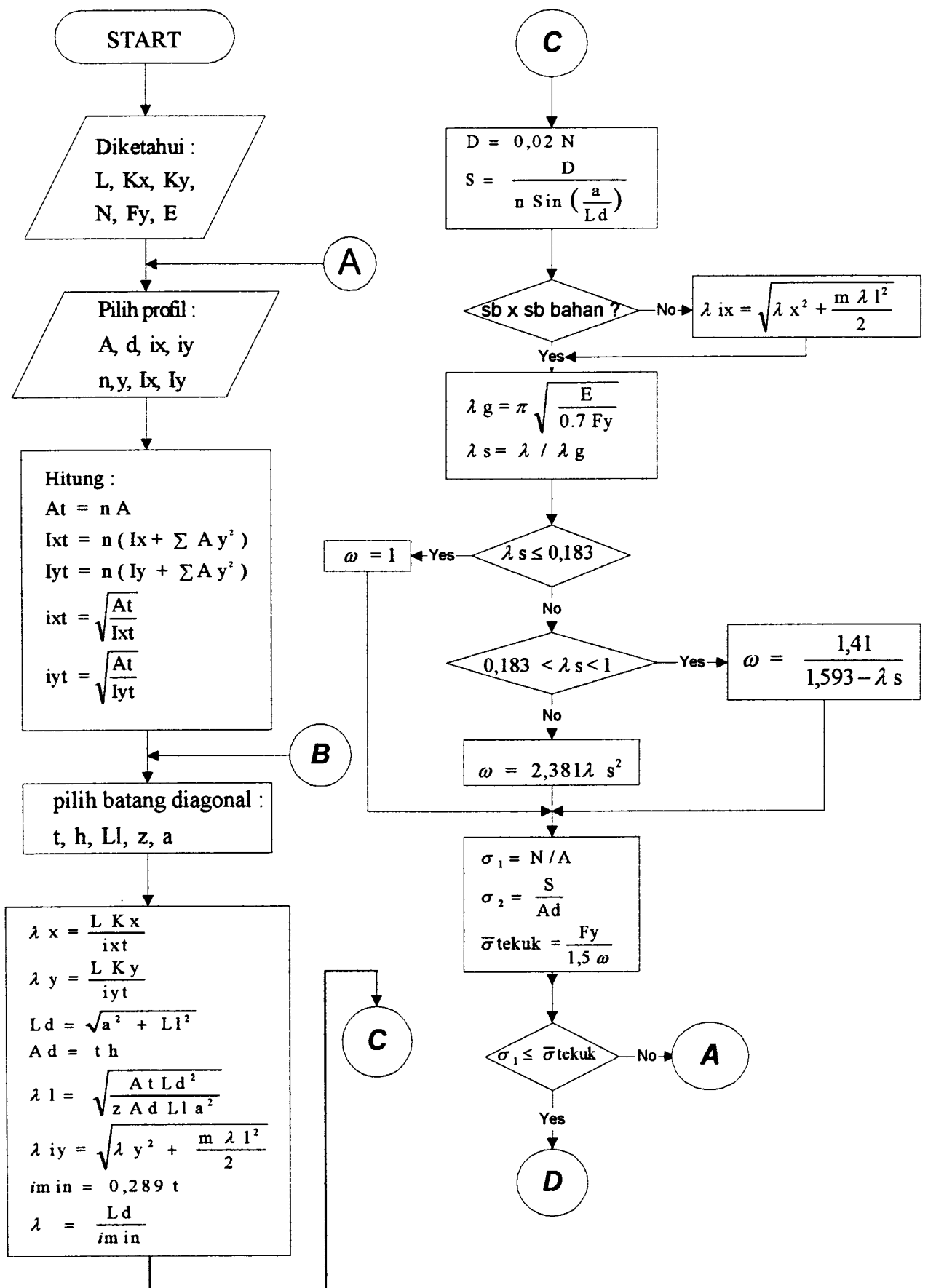
Gambar 6.3. Kolom tersusun dari profil siku dengan batang diagonal

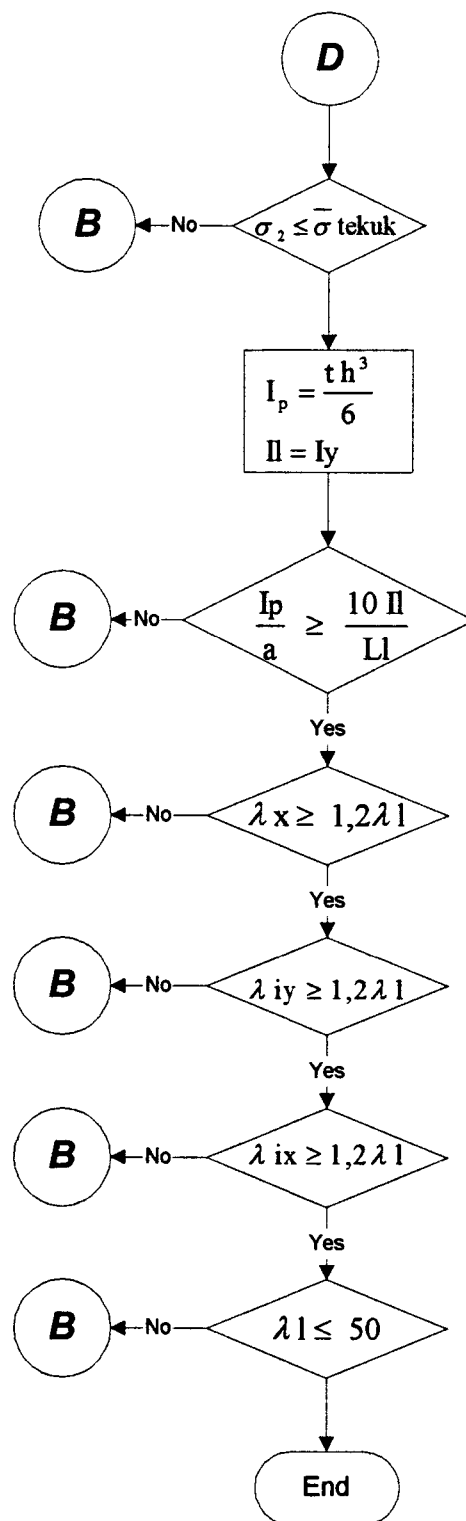
Flow Chart Perencanaan Batang Tersusun Dengan Pelat Melintang Menurut PPBBG '87





Flow Chart Perencanaan Batang Tersusun Dengan Batang Diagonal Menurut PPBBG '87





```

10 PRINT
20 PRINT "*****"
30 PRINT "* PERENCANAAN BATANG TERSUSUN BERDASARKAN PPBBG '87 *"
40 PRINT "*****"
50 PRINT :PRINT "PENYELESAIAN :":PRINT
60 INPUT "PANJANG KOLOM L (cm)           : ",L
70 INPUT "FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X Kx : ",KX
80 INPUT "FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y Ky  : ",KY
90 INPUT "GAYA AKSIAL TOTAL N (Kg)        : ",N
100 INPUT "TEGANGAN LELEH Fy (Kg/cm2)    : ",FY
110 INPUT "MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm2) : ",E
120 PRINT
130 INPUT "PILIH PROFIL                   : ",N$
140 INPUT "JUMLAH BATANG TERSUSUN n      : ",N1
150 INPUT "LUAS TAMPANG PROFIL A (inch^2) : ",A1
160 A1 = A1 * (2.54^2)
170 A = N1 * A1
180 INPUT "TITIK BERAT PROFIL ARAH X x (inch) : ",Y1
190 Y1 = Y1 * 2.54
200 INPUT "TITIK BERAT PROFIL ARAH Y y (inch) : ",Y2
210 Y2 = Y2 * 2.54
220 INPUT "MOMEN INERSIA ARAH X Ix (inch^4) : ",IX
230 IX = IX * (2.54^4)
240 IXT = N1*IX+(N1*A1*Y1^2)
250 INPUT "MOMEN INERSIA ARAH Y Iy (inch^4) : ",IY
260 IY = IY * (2.54^4)
270 IYT = N1*IY+(N1*A1*Y2^2)
280 INPUT "JARI-JARI GIRASI ix (inch)       : ",IX2
290 IX2 = IX2 * 2.54
300 IX1 = SQR(IXT/A)
310 INPUT "JARI-JARI GIRASI iy (inch)       : ",IY2
320 IY2 = IY2 * 2.54
330 IY1 = SQR(IYT/A) : PRINT
340 PRINT "*****"
350 PRINT "* 1.BATANG TERSUSUN DIHUBUNGAN DENGAN PELAT  *"
360 PRINT "*   MELINTANG                               *"
370 PRINT "* 2.BATANG TERSUSUN DIHUBUNGAN DENGAN BATANG- *"
380 PRINT "*   BATANG DIAGONAL                          *"
390 PRINT "*****"
400 PRINT
410 PRINT "PILIH NOMOR (SESUAI KONDISI KOLOMNYA) : "
420 PRINT : INPUT "PILIH 1 ATAU 2 : ",J
430 IF J < 1 OR J > 2 THEN 400
440 PRINT : ON J GOSUB 1610, 1670
450 IF T1 < T2 THEN ELSE 470
460 T1 = T1 : GOTO 480
470 T1 = T2
480 T = N/A
490 PRINT :PRINT"TEGANGAN TERJADI (T) :";T;" Kg/cm^2"
500 PRINT :PRINT"TEGANGAN IJIN TEKUK (TI)   :";TI;" Kg/cm^2"
510 PRINT :IF T > TI THEN ELSE 710
520 PRINT"TERNYATA TEGANGAN TERJADI > TEGANGAN IJIN TEKUK"
530 PRINT :T3 = ( ( T - TI ) / TI ) * 100

```



```

540 PRINT " TEGANGAN TERJADI - TEGANGAN IJIN TEKUK"
550 PRINT "----- x 100 %"
560 PRINT "          TEGANGAN IJIN TEKUK"
570 PRINT
580 PRINT TAB(3);T;TAB(14);"-";TAB(16);TI
590 PRINT TAB(1);"= ----- x 100 %"
600 PRINT TAB(8);TI
610 PRINT :PRINT "=";T3;"%":PRINT
620 IF T3 <= 5 THEN ELSE 650
630 PRINT "TERNYATA :";T3;"%";" < 5 %";" (MASIH BISA DIPAKAI)"
640 PRINT :GOTO 890
650 PRINT "TERNYATA :";T3;"%";" > 5 %":PRINT
660 PRINT "PROFIL ";N$;" TIDAK AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK"
670 PRINT
680 INPUT "APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) ";K$
690 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 120
700 PRINT :GOTO 1600
710 PRINT "TERNYATA TEGANGAN TERJADI < TEGANGAN IJIN TEKUK"
720 PRINT
730 PRINT " TEGANGAN IJIN TEKUK - TEGANGAN TERJADI"
740 PRINT "----- x 100 %"
750 PRINT "          TEGANGAN IJIN TEKUK"
760 PRINT :T3 = ((TI - T) / TI) * 100
770 PRINT TAB(3);TI;TAB(14);"-";TAB(16);T
780 PRINT TAB(1);"= ----- x 100 %"
790 PRINT TAB(8);TI
800 PRINT :PRINT "=";T3;"%":PRINT
810 IF T3 <= 10 THEN ELSE 840
820 PRINT "TERNYATA :";T3;"%";" < 10 %";" (EKONOMIS)"
830 PRINT :GOTO 890
840 PRINT "TERNYATA :";T3;"%";" > 10 %";" (KURANG EKONOMIS)"
850 PRINT
860 INPUT "APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) ";K$
870 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 120
880 PRINT
890 PRINT "PROFIL ";N$;" AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK"
900 PRINT : IF J < 2 THEN ELSE 1330
910 PRINT "Pemeriksaan Tegangan-Tegangan"
920 D = .02 * N : PRINT
930 PRINT "D = 0.02 N =";D;" Kg"
940 D1 = .5 * D : PRINT
950 PRINT "D1 = 0.5 D =";D1;" Kg"
960 T1 = (D1*LL)/A0 : PRINT
970 PRINT "T1 = (D1 LL) / a =";T1;" Kg": PRINT
980 PRINT "a.PADA 1 PROFIL DITEMPAT BAUT" : PRINT
990 INPUT "JARAK LUBANG BAUT KE TEPI PELAT s1 (inch) : ",S1
1000 S1 = S1 * 2.54
1010 M = D1*((LL/2) - S1) : PRINT
1020 PRINT "M = D1 ((L1/2) - s1) =";M;" Kg cm"
1030 W1 = (1/6)*T0*H0^2 : PRINT
1040 PRINT "W = (1/6) t h^2 =";W1;" cm^3"
1050 T = (N/A) + (M/W1) : PRINT
1060 PRINT "T = (N/A) + (M/W) =";T;" Kg/cm^2"

```

```

1070 TI = FY/1.5
1080 PRINT : IF T < TI THEN ELSE 1110
1090 PRINT "T =";T;" Kg/cm^2";" < T ijin =";TI;" Kg/cm^2 Ok."
1100 PRINT : GOTO 1130
1110 PRINT "T =";T;" Kg/cm^2";" > T ijin =";TI;" Kg/cm^2"
1120 GOSUB 1920
1130 PRINT : PRINT "b. PELAT KOPEL"
1140 M = T1 * S : PRINT
1150 PRINT "M = T1 S =";M;" Kg cm"
1160 T = M/W1: PRINT
1170 PRINT "T = M / W =";T;" Kg/cm^2"
1180 PRINT : IF T < TI THEN ELSE 1210
1190 PRINT "T =";T;" Kg/cm^2";" < T ijin =";TI;" Kg/cm^2 Ok."
1200 GOTO 1230
1210 PRINT "T =";T;" Kg/cm^2";" > T ijin =";TI;" Kg/cm^2"
1220 GOSUB 1920
1230 AH = T0 * H0
1240 G = 1.5*(T1/AH) : PRINT
1250 PRINT "G = 1.5 (T1/Ah) =";G;" Kg/cm^2"
1260 GI = .58 * TI : PRINT
1270 PRINT "GI = 0.58 TI =";GI;" Kg/cm^2"
1280 PRINT "    =";G;" Kg/cm^2";" < G ijin =";GI;" Kg/cm^2 Ok."
1300 PRINT : GOTO 1600
1310 PRINT "G =";G;" Kg/cm^2";" > G ijin =";GI;" Kg/cm^2"
1320 PRINT : GOSUB 1920
1330 PRINT "GAYA YANG BEKERJA PADA BATANG DIAGONAL "
1340 D = .02 * N : PRINT
1350 PRINT "D = 0.02 =";D;" Kg"
1360 S = (A0/LD)
1370 S = D / (2*S) : PRINT
1380 PRINT "S = D / (2 Sin a) =";S;" Kg"
1390 IMIN = .289*T0 : PRINT
1400 PRINT "i min = 0,289 t =";IMIN;" cm"
1410 LDH = LD/IMIN : PRINT
1420 PRINT "Ldh = Ld / i min =";LDH
1430 LS = LDH/LG : PRINT
1440 PRINT "Ls = Ldh / Lg =";LS
1450 PRINT : IF LS <= .183 THEN ELSE 1470
1460 W = 1 : GOTO 1500
1470 IF .183 < LS < 1 THEN ELSE 1490
1480 W = 1.41/(1.593 - LS) : GOTO 1500
1490 W = 2.831 * LS^2
1500 PRINT "w =";W
1510 PRINT : TI = FY/(1.5*W)
1520 PRINT "TI tekuk = Fy/(1,5 w) =";TI;" Kg/cm^2"
1530 PRINT : PM = TI * AD
1540 PRINT "Pmaks = TI tekuk.A =";PM;" Kg"
1550 PRINT : IF PM > S THEN ELSE 1580
1560 PRINT "Pmaks > S Ok."
1570 PRINT : GOTO 1600
1580 PRINT "Pmaks < S"
1590 GOSUB 1980

```

```

1600 END
1610 PRINT "*****"
1620 PRINT "* 1.BATANG TERSUSUN DIHUBUNGAN DENGAN PELAT   *"
1630 PRINT "*   MELINTANG                                     *"
1640 PRINT "*****"
1650 GOSUB 1730
1660 RETURN
1670 PRINT "*****"
1680 PRINT "* 2.BATANG TERSUSUN DIHUBUNGAN DENGAN BATANG-  *"
1690 PRINT "*   BATANG DIAGONAL                                 *"
1700 PRINT "*****"
1710 GOSUB 1730
1720 RETURN
1730 PRINT
1740 PRINT "LUAS TAMPANG PROFIL TERSUSUN A           :";A;" cm^2"
1750 PRINT "MOMEN INERSIA PROFIL TERSUSUN X           :";IXT;" cm^4"
1760 PRINT "MOMEN INERSIA PROFIL TERSUSUN Y           :";IYT;" cm^4"
1770 PRINT "JARI-JARI GIRASI PROFIL TERSUSUN X       :";IX1;" cm"
1780 PRINT "JARI-JARI GIRASI PROFIL TERSUSUN Y       :";IY1;" cm"
1790 PRINT : LG = 3.143*SQR(E/(.7*FY))
1800 PRINT "Lg (BATAS KELANGSINGAN BATANG)"
1810 PRINT "
1820 PRINT "
1830 PRINT "      = 3.143 V ----- =";LG
1840 PRINT "                0.7 Fy"
1850 LY = (L * KY)/IY1: PRINT
1860 PRINT "Ly = (L Ky)/iy =";LY
1870 PRINT :IF J < 2 THEN ELSE 1980
1880 IF IX2 <= IY2 THEN ELSE 1900
1890 IMIN = IX2 : GOTO 1910
1900 IMIN = IY2
1910 PRINT "i min =";IMIN;" cm" : PRINT
1920 INPUT "JUMLAH MEDAN      : ",S
1930 LL = L / S : PRINT
1940 PRINT "JARAK ANTARA TENGAH-TENGAH PELAT KOPEL : ",LL;" cm"
1950 LDL = LL/IMIN : PRINT
1960 PRINT "Ldl = Ll/i min =";LDL
1970 PRINT : GOTO 2260
1980 INPUT "TEBAL BATANG DIAGONAL t (inch)      : ",TO
1990 TO = TO*2.54
2000 INPUT "TINGGI BATANG DIAGONAL h (inch)         : ",HO
2010 HO = HO*2.54
2020 AD = TO*HO
2030 PRINT "LUAS PENAMPANG BATANG DIAGONAL Ad         :";AD;" cm^2"
2040 INPUT "PANJANG BATANG DIAGONAL Ld (inch)       : ",LD
2050 LD = LD * 2.54
2060 PRINT "PANJANG ELEMEN BATANG YANG DIBATASI OLEH"
2070 INPUT "DUA UJUNG BATANG PENGHUBUNG Ll (inch)    : ",LL
2080 LL = LL * 2.54
2090 INPUT "KONSTANTA BATANG TERSUSUN z              : ",Z
2100 INPUT "JARAK SUMBU ELEMEN-ELEMEN BATANG TERSUSUN (a) : ",AO
2110 AO = AO * 2.54
2120 INPUT "APAKAH ADA BATANG PENGHUBUNG HORIZONTALNYA ? : ",K$

```

```

2130 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 2190
2140 LDL = 3.143*(SQR((A*(LD^3))/(Z*AD*LL*(AO^2))))
2150 PRINT " "
2160 PRINT "Ldl = 3.143 V (A*Ld^3)/(z*Ad*L1*a^2)"
2170 PRINT " =";LDL : PRINT
2180 GOTO 2260
2190 PRINT "LUAS PENAMPANG BATANG HORIZONTAL Ah : " ,AD;" cm^2"
2200 LDL1 = (A*(LD^3))/(Z*AD*LL*(AO^2))
2210 LDL2 = (A*AO)/(2*AD*LL)
2220 LDL = 3.143 * SQR(LDL1+LDL2)
2230 PRINT " "
2240 PRINT "Ldl = 3.143V((A Ld^3)/(z AD L1 a^2)+(A a/(2Ah L1))"
2250 PRINT " =";LDL
2260 INPUT "KONSTANTA BATANG TERSUSUN m : ",M
2270 LIY = SQR(LY^2+((M/2)*(LDL^2)))
2280 PRINT " "
2290 PRINT "L ly = V Ly^2 + (m/2) Ldl^2 =";LIY
2300 PRINT :LSIY = LIY/LG
2310 PRINT TAB(8);"Liy";TAB(14);LIY
2320 PRINT TAB(1);"Lsiy = ---- = ----- =";LSIY
2330 PRINT TAB(8);"Lg";TAB(14);LG
2340 PRINT : IF LSIY <= .183 THEN ELSE 2360
2350 WIY = 1 : GOTO 2400
2360 IF .183 < LSIY < 1 THEN ELSE 2390
2370 WIY = 1.41 / (1.593 - LSIY)
2380 GOTO 2400
2390 WIY = 2.381*(LSIY^2)
2400 PRINT "wiy =";WIY
2410 T1 = FY/(1.5*WIY) : PRINT
2420 PRINT "TI tekuk = Fy/(1.5 wiy) =";T1;" Kg/cm^2"
2430 LX = (L * KX)/IX1: PRINT
2440 PRINT "Lx = (L Kx)/ix =";LX : PRINT
2450 INPUT "APAKAH SUMBU X - X MERUPAKAN SUMBU BAHAN ? : ",K$
2460 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 2480
2470 GOTO 2620
2480 PRINT :LSX = LX/LG
2490 PRINT TAB(8);"Lx";TAB(14);LX
2500 PRINT TAB(1);"Lsx = ---- = ----- =";LSX
2510 PRINT TAB(8);"Lg";TAB(14);LG
2520 PRINT :IF LSX <= .183 THEN ELSE 2540
2530 WX =1 : GOTO 2580
2540 IF .183 < LSX < 1 THEN ELSE 2570
2550 WX = 1.41/(1.593-LSX)
2560 GOTO 2580
2570 WX = 2.381*(LSX^2)
2580 PRINT "wx =";WX
2590 T2 = FY/(1.5*WX) : PRINT
2600 PRINT "TI tekuk = Fy/(1.5 wx) =";T2;" Kg/cm^2"
2610 PRINT : GOTO 2910
2620 PRINT "BATANG TERSUSUN SAMA SEKALI TIDAK BERSUMBU BAHAN"
2630 IF J < 2 THEN ELSE 2660
2640 PRINT : PRINT "Ldl = L1/1 min =";LDL
2650 GOTO 2760

```

```

2660 INPUT "APAKAH ADA BATANG PENGHUBUNG HORIZONTALNYA ? : ",K$
2670 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 2720
2680 PRINT "
2690 PRINT "Ldl = 3.143 V (A*Ld^3)/(z*Ad*Ll*a^2)"
2700 PRINT "      =";LDL
2710 GOTO 2760
2720 PRINT "LUAS PENAMPANG BATANG HORISONTAL Ah :";AD;" cm^2"
2730 PRINT "
2740 PRINT "Ldl = 3.143V((A.Ld^3)/(z Ad Ll A^2)+(A a/(2Ah Ll))"
2750 PRINT "      =";LDL
2760 LIX = SQR(LX^2+((M/2)*LDL^2))
2770 PRINT "
2780 PRINT "L ix = V Lx^2 + (m/2) Ldl^2 =";LIX
2790 PRINT :LSIX = LIX/LG
2800 PRINT TAB(8);"Lix";TAB(14);LIX
2810 PRINT TAB(1);"Lsix = ---- = ----- =";LSIX
2820 PRINT TAB(8);"Lg";TAB(14);LG
2830 PRINT : IF LSIX <= .183 THEN ELSE 2850
2840 WIX =1 : GOTO 2880
2850 IF .183 < LSIX < 1 THEN ELSE 2870
2860 WIX = 1.41/(1.593 - LSIX) :GOTO 2880
2870 WIX = 2.381*(LSIX^2)
2880 PRINT "wix =";WIX
2890 T2 = FY/(1.5*WIX) : PRINT
2900 PRINT "TI tekuk = Fy/(1.5 wix) =";T2;" Kg/cm^2" : PRINT
2910 PRINT "HARUS MEMENUHI SYARAT : "
2920 PRINT :IF J < 2 THEN ELSE 3130
2930 INPUT "TEBAL PELAT KOPEL t (inch) : ",TO
2940 TO = TO*2.54
2950 INPUT "TINGGI PELAT KOPEL h (inch) : ",HO
2960 HO = HO*2.54
2970 INPUT "JARAK SUMBU ELEMEN-ELEMEN BATANG TERSUSUN (a) : ",AO
2980 AO = AO * 2.54
2990 IP = 2*(1/12)*TO*HO^3:PRINT
3000 CK1 = IP/AO
3010 PRINT "Ip/a =";CK1;" cm^3"
3020 IF IX < IY THEN ELSE 3040
3030 IL = IX : GOTO 3050
3040 IL = IY
3050 CK2 = 10 * (IL/LL) : PRINT
3060 PRINT "10 (Il/Ll) =";CK2;" cm^3"
3070 PRINT : PRINT "TERNYATA : " : PRINT
3080 IF CK1 => CK2 THEN ELSE 3110
3090 PRINT "Ip/a > 10 (Il/Ll) (MEMENUHI)"
3100 PRINT : GOTO 3130
3110 PRINT "Ip/a < 10 (Il/Ll) (TIDAK MEMENUHI)"
3120 PRINT : GOTO 680
3130 PRINT "CEK STABILITAS ELEMEN-ELEMEN BATANG"
3140 PRINT : PRINT "Ldl =";LDL
3150 PRINT : IF LDL <= 50 THEN ELSE 3170
3160 PRINT "Ldl < 50 Ok." : GOTO 3180
3170 PRINT "Ldl > 50 ";GOTO 120
3180 CK3 = 1.2*LDL : PRINT

```

```
3190 PRINT "1.2 Ldl =";CK3 : PRINT
3200 INPUT "APAKAH SUMBU X - X MERUPAKAN SUMBU BAHAN ? : ",K$
3210 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 3260
3220 PRINT : PRINT "Lix =";LIX : PRINT
3230 IF LIX => CK3 THEN ELSE 3250
3240 PRINT "Lix > 1,2 Ldl Ok." : GOTO 3300
3250 PRINT "Lix < 1,2 Ldl" : GOTO 120
3260 PRINT : PRINT "Lx =";LX : PRINT
3270 IF LX => CK3 THEN ELSE 3290
3280 PRINT "Lx > 1,2 Ldl Ok." : GOTO 3300
3290 PRINT "Lx < 1,2 Ldl":GOTO 120
3300 PRINT : PRINT "Liy =";LIY : PRINT
3310 IF LIY => CK3 THEN ELSE 3330
3320 PRINT "Liy > 1,2 Ldl Ok." : GOTO 3340
3330 PRINT "Liy < 1,2 Ldl" : GOTO 120
3340 RETURN
```

RUN

 * PERENCANAAN BATANG TERSUSUN BERDASARKAN PPBGG '87 *

PENYELESAIAN :

PANJANG KOLOM L (cm) : 500
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X Kx : 1
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y Ky : 1
 GAYA AKSIAL TOTAL N (Kg) : 130000
 TEGANGAN LELEH Fy (Kg/cm2) : 2400
 MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm2) : 2100000

PILIH PROFIL : C 12 X 30
 JUMLAH BATANG TERSUSUN n : 2
 LUAS TAMPANG PROFIL A (inch²) : 8.82
 TITIK BERAT PROFIL ARAH X x (inch) : 0
 TITIK BERAT PROFIL ARAH Y y (inch) : 3.504
 MOMEN INERSIA ARAH X Ix (inch⁴) : 162
 MOMEN INERSIA ARAH Y Iy (inch⁴) : 5.14
 JARI-JARI GIRASI ix (inch) : 4.29
 JARI-JARI GIRASI iy (inch) : 0.763

 * 1. BATANG TERSUSUN DIHUBUNGAN DENGAN PELAT *
 * MELINTANG *
 * 2. BATANG TERSUSUN DIHUBUNGAN DENGAN BATANG- *
 * BATANG DIAGONAL *

PILIH NOMOR (SESUAI KONDISI KOLOMNYA) :

PILIH 1 ATAU 2 : 1

 * 1. BATANG TERSUSUN DIHUBUNGAN DENGAN PELAT *
 * MELINTANG *

LUAS TAMPANG PROFIL TERSUSUN A : 113.8062 cm²
 MOMEN INERSIA PROFIL TERSUSUN X : 13485.9 cm⁴
 MOMEN INERSIA PROFIL TERSUSUN Y : 9442.8 cm⁴
 JARI-JARI GIRASI PROFIL TERSUSUN X : 10.88572 cm
 JARI-JARI GIRASI PROFIL TERSUSUN Y : 9.108931 cm

Lg (BATAS KELANGSINGAN BATANG)

$$= 3.143 \sqrt{\frac{E}{0.7 Fy}} = 111.1218$$

Ly = (L Ky)/iy = 54.89119

$$i \text{ min} = 1.93802 \text{ cm}$$

JUMLAH MEDAN : 9

JARAK ANTARA TENGAH-TENGAH PELAT KOPEL : 55.55556 cm

$$Ld1 = L1/i \text{ min} = 28.66614$$

KONSTANTA BATANG TERSUSUN m : 2

$$L_{iy} = \sqrt{L_y^2 + (m/2) Ld1^2} = 61.92568$$

$$L_{siy} = \frac{L_{iy}}{L_g} = \frac{61.92568}{111.1218} = .5572774$$

$$w_{iy} = 1.361368$$

$$TI \text{ tekuk} = F_y / (1.5 w_{iy}) = 1175.288 \text{ Kg/cm}^2$$

$$L_x = (L K_x) / i_x = 45.93176$$

APAKAH SUMBU X - X MERUPAKAN SUMBU BAHAN ? : Y

$$L_{sx} = \frac{L_x}{L_g} = \frac{45.93176}{111.1218} = .413346$$

$$w_x = 1.195266$$

$$TI \text{ tekuk} = F_y / (1.5 w_x) = 1338.615 \text{ Kg/cm}^2$$

HARUS MEMENUHI SYARAT :

TEBAL PELAT KOPEL t (inch) : 0.2

TINGGI PELAT KOPEL h (inch) : 10

JARAK SUMBU ELEMEN-ELEMEN BATANG TERSUSUN (a) : 8.5

$$I_p/a = 64.263 \text{ cm}^3$$

$$10 (I_1/L_1) = 38.50973 \text{ cm}^3$$

TERNYATA :

$$I_p/a > 10 (I_1/L_1) \text{ (MEMENUHI)}$$

CEK STABILITAS ELEMEN-ELEMEN BATANG

$$Ld1 = 28.66614$$

$$Ld1 < 50 \text{ Ok.}$$

$$1.2 Ld1 = 34.39937$$

APAKAH SUMBU X - X MERUPAKAN SUMBU BAHAN ? : Y

$$L_x = 45.93176$$

$$L_x > 1,2 L_{d1} \quad \text{Ok.}$$

$$L_{1y} = 61.92568$$

$$L_{1y} > 1,2 L_{d1} \quad \text{Ok.}$$

$$\text{TEGANGAN TERJADI (T) : } 1142.293 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{TEGANGAN IJIN TEKUK (T_I) : } 1175.288 \text{ Kg/cm}^2$$

TERNYATA TEGANGAN TERJADI < TEGANGAN IJIN TEKUK

$$\frac{\text{TEGANGAN IJIN TEKUK} - \text{TEGANGAN TERJADI}}{\text{TEGANGAN IJIN TEKUK}} \times 100 \%$$

$$= \frac{1175.288 - 1142.293}{1175.288} \times 100 \%$$

$$= 2.807448 \%$$

TERNYATA : 2.807448 % < 10 % (EKONOMIS)

PROFIL C 12 X 30 AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK

PEMERIKSAAN TEGANGAN-TEGANGAN

$$D = 0.02 N = 2600 \text{ Kg}$$

$$D_1 = 0.5 D = 1300 \text{ Kg}$$

$$T_1 = (D_1 L) / a = 3345.17 \text{ Kg}$$

a. PADA 1 PROFIL DITEMPAT BAUT

$$\text{JARAK LUBANG BAUT KE TEPI PELAT } s_1 \text{ (inch) : } 1.9$$

$$M = D_1 ((L/2) - s_1) = 29837.31 \text{ Kg cm}$$

$$W = (1/6) t h^2 = 54.62355 \text{ cm}^3$$

$$T = (N/A) + (M/W) = 1688.528 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T = 1688.528 \text{ Kg/cm}^2 > T_{\text{ijin}} = 1600 \text{ Kg/cm}^2$$

JUMLAH MEDAN : 10

JARAK ANTARA TENGAH-TENGAH PELAT KOPEL : 50 cm

$$Ld1 = L1/1 \text{ min} = 25.79953$$

KONSTANTA BATANG TERSUSUN m : 2

$$L_{iy} = \sqrt{L_y^2 + (m/2) Ld1^2} = 60.65194$$

$$L_{siy} = \frac{L_{iy}}{L_g} = \frac{60.65194}{111.1218} = .5458148$$

$$w_{iy} = 1.346467$$

$$TI \text{ tekuk} = F_y / (1.5 w_{iy}) = 1188.295 \text{ Kg/cm}^2$$

$$L_x = (L K_x) / i_x = 45.93176$$

APAKAH SUMBU X - X MERUPAKAN SUMBU BAHAN ? : Y

$$L_{sx} = \frac{L_x}{L_g} = \frac{45.93176}{111.1218} = .413346$$

$$w_x = 1.195266$$

$$TI \text{ tekuk} = F_y / (1.5 w_x) = 1338.615 \text{ Kg/cm}^2$$

HARUS MEMENUHI SYARAT :

TEBAL PELAT KOPEL t (inch) : 0.2

TINGGI PELAT KOPEL h (inch) : 10

JARAK SUMBU ELEMEN-ELEMEN BATANG TERSUSUN (a) : 8.5

$$I_p/a = 64.263 \text{ cm}^3$$

$$10 (I_1/L_1) = 42.78859 \text{ cm}^3$$

TERNYATA :

$$I_p/a > 10 (I_1/L_1) \text{ (MEMENUHI)}$$

CEK STABILITAS ELEMEN-ELEMEN BATANG

$$Ld1 = 25.79953$$

$$Ld1 < 50 \text{ Ok.}$$

$$1.2 Ld1 = 30.95944$$

APAKAH SUMBU X - X MERUPAKAN SUMBU BAHAN ? : Y

$$L_x = 45.93176$$

$$L_x > 1.2 Ld1 \text{ Ok.}$$

$$Liy = 60.65194$$

$$Liy > 1,2 Ldl \quad \text{Ok.}$$

b. PELAT KOPEL

$$M = T1 S = 11882.95 \quad \text{Kg cm}$$

$$T = M / W = 217.5427 \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$T = 217.5427 \quad \text{Kg/cm}^2 < T \text{ ijin} = 1600 \quad \text{Kg/cm}^2 \quad \text{Ok.}$$

$$G = 1.5 (T1/Ah) = 138.1396 \quad \text{Kg/cm}^2$$

$$\begin{aligned} GI &= 0.58 TI = 928 \quad \text{Kg/cm}^2 \\ &= 138.1396 \quad \text{Kg/cm}^2 < G \text{ ijin} = 928 \quad \text{Kg/cm}^2 \quad \text{Ok.} \end{aligned}$$

Ok

RUN

 * PERENCANAAN BATANG TERSUSUN BERDASARKAN PPBEG '87 *

PENYELESAIAN :

PANJANG KOLOM L (cm) : 500
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X Kx : 1
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y Ky : 1
 GAYA AKSIAL TOTAL N (Kg) : 140000
 TEGANGAN LELEH Fy (Kg/cm2) : 2400
 MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm2) : 2100000

PILIH PROFIL : C 12 X 30
 JUMLAH BATANG TERSUSUN n : 2
 LUAS TAMPANG PROFIL A (inch²) : 8.82
 TITIK BERAT PROFIL ARAH X x (inch) : 0
 TITIK BERAT PROFIL ARAH Y y (inch) : 3.504
 MOMEN INERSIA ARAH X Ix (inch⁴) : 162
 MOMEN INERSIA ARAH Y Iy (inch⁴) : 5.14
 JARI-JARI GIRASI ix (inch) : 4.29
 JARI-JARI GIRASI iy (inch) : 0.763

 * 1. BATANG TERSUSUN DIHUBUNGKAN DENGAN PELAT *
 * MELINTANG *
 * 2. BATANG TERSUSUN DIHUBUNGKAN DENGAN BATANG- *
 * BATANG DIAGONAL *

PILIH NOMOR (SESUAI KONDISI KOLOMNYA) :

PILIH 1 ATAU 2 : 2

 * 2. BATANG TERSUSUN DIHUBUNGKAN DENGAN BATANG- *
 * BATANG DIAGONAL *

LUAS TAMPANG PROFIL TERSUSUN A : 113.8062 cm²
 MOMEN INERSIA PROFIL TERSUSUN X : 13485.9 cm⁴
 MOMEN INERSIA PROFIL TERSUSUN Y : 9442.8 cm⁴
 JARI-JARI GIRASI PROFIL TERSUSUN X : 10.88572 cm
 JARI-JARI GIRASI PROFIL TERSUSUN Y : 9.108931 cm

Lg (BATAS KELANGSINGAN BATANG)

$$= 3.143 \sqrt{\frac{E}{0.7 F_y}} = 111.1218$$

$$L_y = (L K_y) / i_y = 54.89119$$

TEBAL BATANG DIAGONAL t (inch) : 0.3
 TINGGI BATANG DIAGONAL h (inch) : 1.6
 LUAS PENAMPANG BATANG DIAGONAL A_d : 3.096768 cm^2
 PANJANG BATANG DIAGONAL L_d (inch) : 9.8
 PANJANG ELEMEN BATANG YANG DIBATASI OLEH
 DUA UJUNG BATANG PENGHUBUNG L_1 (inch) : 9.8
 KONSTANTA BATANG TERSUSUN z : 2
 JARAK SUMBU ELEMEN-ELEMEN BATANG TERSUSUN (a) : 8.5
 APAKAH ADA BATANG PENGHUBUNG HORIZONTALNYA ? : N

$$L_{d1} = 3.143 \sqrt{\frac{V (A \cdot L_d^3)}{(z \cdot A_d \cdot L_1 \cdot a^2)}} = 15.53335$$

KONSTANTA BATANG TERSUSUN m : 2

$$L_{iy} = \sqrt{V L_y^2 + (m/2) L_{d1}^2} = 57.04671$$

$$L_{siy} = \frac{L_{iy}}{L_g} = \frac{57.04671}{111.1218} = .5133709$$

$$w_{iy} = 1.306004$$

$$T_I \text{ tekuk} = F_y / (1.5 w_{iy}) = 1225.111 \text{ Kg/cm}^2$$

$$L_x = (L K_x) / i_x = 45.93176$$

APAKAH SUMBU X - X MERUPAKAN SUMBU BAHAN ? : Y

$$L_{sx} = \frac{L_x}{L_g} = \frac{45.93176}{111.1218} = .413346$$

$$w_x = 1.195266$$

$$T_I \text{ tekuk} = F_y / (1.5 w_x) = 1338.615 \text{ Kg/cm}^2$$

HARUS MEMENUHI SYARAT :

CEK STABILITAS ELEMEN-ELEMEN BATANG

$$L_{d1} = 15.53335$$

$$L_{d1} < 50 \quad \text{Ok.}$$

$$1.2 L_{d1} = 18.64002$$

APAKAH SUMBU X - X MERUPAKAN SUMBU BAHAN ? : Y

$$L_x = 45.93176$$

$$L_x > 1.2 L_{d1} \quad \text{Ok.}$$

$$L_{iy} = 57.04671$$

$$L_{iy} > 1,2 L_{d1} \quad \text{Ok.}$$

$$\text{TEGANGAN TERJADI (T)} : 1230.161 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\text{TEGANGAN IJIN TEKUK (TI)} : 1225.111 \text{ Kg/cm}^2$$

TERNYATA TEGANGAN TERJADI > TEGANGAN IJIN TEKUK

$$\frac{\text{TEGANGAN TERJADI} - \text{TEGANGAN IJIN TEKUK}}{\text{TEGANGAN IJIN TEKUK}} \times 100 \%$$

$$= \frac{1230.161 - 1225.111}{1225.111} \times 100 \%$$

$$= .4122115 \%$$

TERNYATA : .4122115 % < 5 % (MASIH BISA DIPAKAI)

PROFIL C 12 X 30 AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK

GAYA YANG BEKERJA PADA BATANG DIAGONAL

$$D = 0.02 = 2800 \text{ Kg}$$

$$S = D / (2 \sin a) = 1614.118 \text{ Kg}$$

$$i_{\min} = 0,289 t = .220218 \text{ cm}$$

$$L_{dh} = L_d / i_{\min} = 113.0335$$

$$L_s = L_{dh} / L_g = 1.017203$$

$$w = 2.448779$$

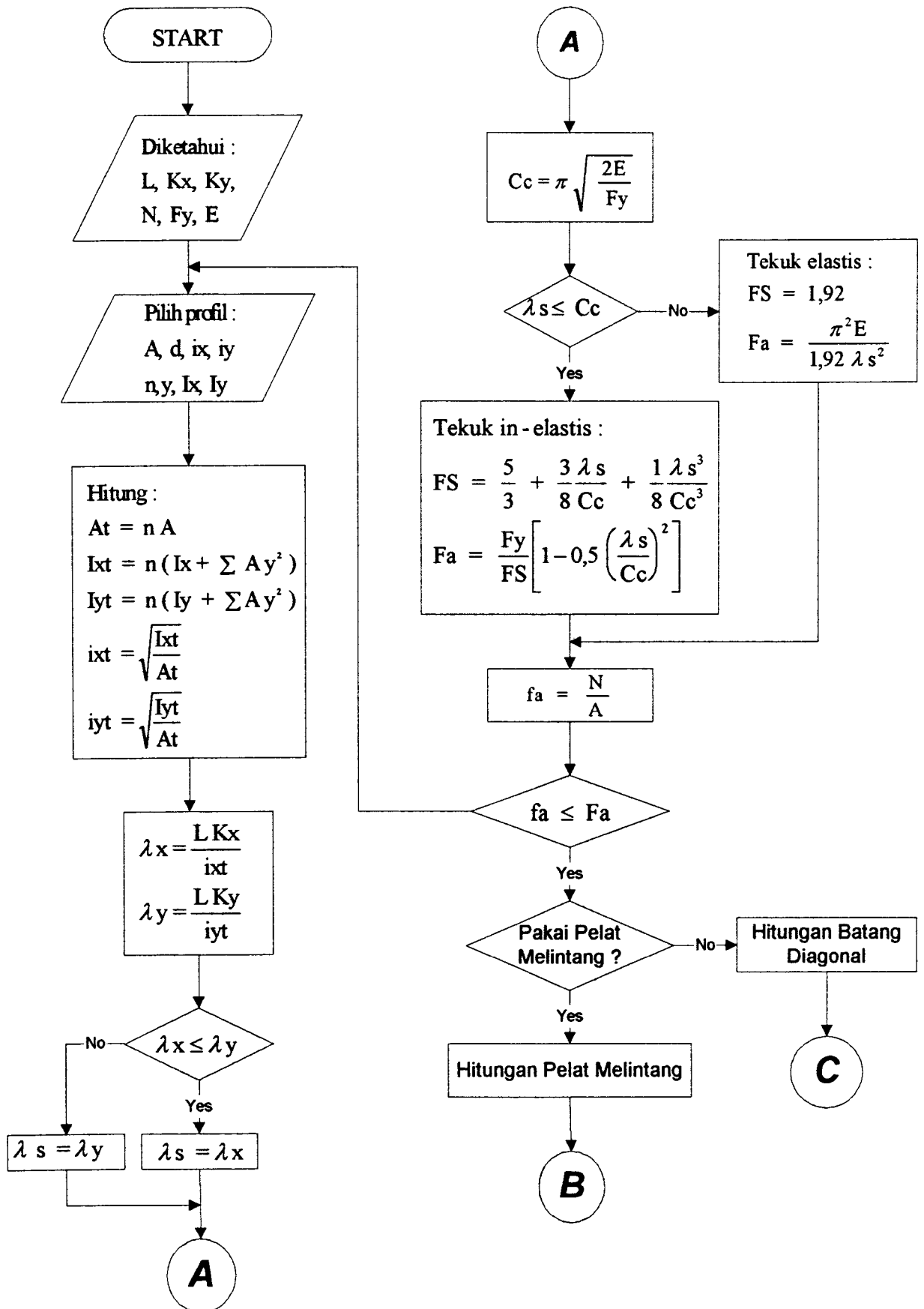
$$T_{I \text{ tekuk}} = F_y / (1,5 w) = 653.3868 \text{ Kg/cm}^2$$

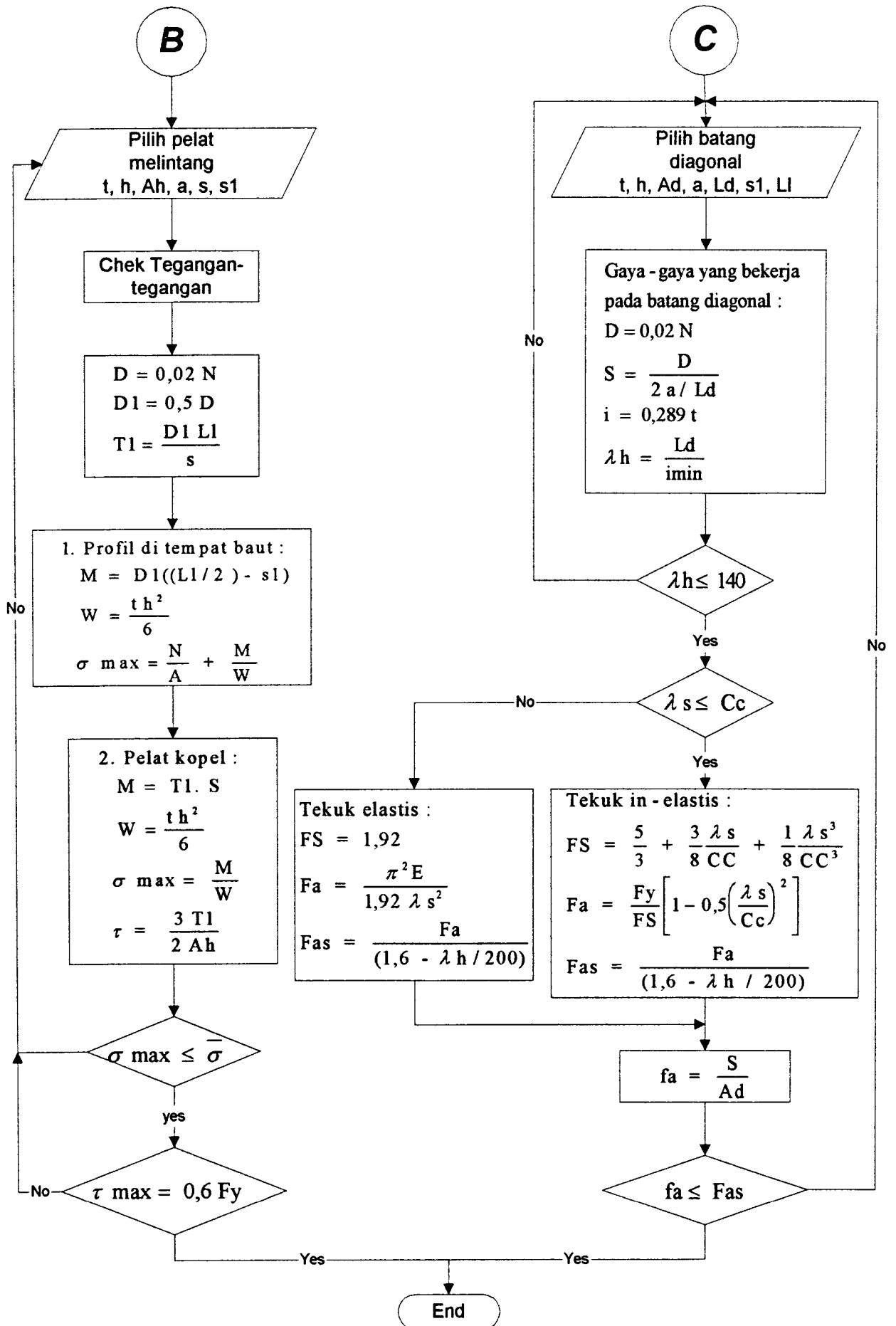
$$P_{\text{maks}} = T_{I \text{ tekuk}} \cdot A = 2023.387 \text{ Kg}$$

$$P_{\text{maks}} > S \quad \text{Ok.}$$

Ok

Flow Chart Perencanaan Batang Tersusun Menurut AISC






```

10 PRINT
20 PRINT "*****"
30 PRINT "* PERENCANAAN BATANG TERSUSUN BERDASARKAN AISC *"
40 PRINT "*****"
50 PRINT :PRINT "PENYELESAIAN :":PRINT
60 INPUT "PANJANG KOLOM L (cm) : ",L
70 INPUT "FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X Kx : ",KX
80 INPUT "FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y Ky : ",KY
90 INPUT "GAYA AKSIAL TOTAL N (Kg) : ",N
100 INPUT "TEGANGAN LELEH Fy (Kg/cm2) : ",FY
110 INPUT "MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm2) : ",E
120 PRINT
130 INPUT "PILIH PROFIL : ",N$
140 INPUT "JUMLAH BATANG TERSUSUN n : ",N1
150 INPUT "LUAS TAMPANG PROFIL A (inch^2) : ",A1
160 A1 = A1 * (2.54^2)
170 A = N1 * A1
180 INPUT "TITIK BERAT PROFIL ARAH X y (inch) : ",Y1
190 Y1 = Y1 * 2.54
200 INPUT "TITIK BERAT PROFIL ARAH Y y (inch) : ",Y2
210 Y2 = Y2 * 2.54
220 INPUT "MOMEN INERSIA ARAH X Ix (inch^4) : ",IX
230 IX = IX * (2.54^4)
240 IXT = N1*IX+(N1*A1*Y1^2)
250 INPUT "MOMEN INERSIA ARAH Y Iy (inch^4) : ",IY
260 IY = IY * (2.54^4)
270 IYT = N1*IY+(N1*A1*Y2^2)
280 INPUT "JARI-JARI GIRASI ix (inch) : ",IX2
290 IX2 = IX2 * 2.54
300 IX1 = SQR(IXT/A)
310 INPUT "JARI-JARI GIRASI iy (inch) : ",IY2
320 IY2 = IY2 * 2.54
330 IY1 = SQR(IYT/A) : PRINT
340 PRINT "*****"
350 PRINT "* 1.BATANG TERSUSUN DIHUBUNGAN DENGAN PELAT *"
360 PRINT "* MELINTANG *"
370 PRINT "* 2.BATANG TERSUSUN DIHUBUNGAN DENGAN BATANG- *"
380 PRINT "* BATANG DIAGONAL *"
390 PRINT "*****"
400 PRINT
410 PRINT "PILIH NOMOR (SESUAI KONDISI KOLOMNYA) : "
420 PRINT : INPUT "PILIH 1 ATAU 2 : ",J
430 IF J < 1 OR J > 2 THEN 400
440 IF J < 2 THEN ELSE 500
450 PRINT "*****"
460 PRINT "* 1.BATANG TERSUSUN DIHUBUNGAN DENGAN PELAT *"
470 PRINT "* MELINTANG *"
480 PRINT "*****"
490 PRINT : GOTO 550
500 PRINT "*****"
510 PRINT "* 2.BATANG TERSUSUN DIHUBUNGAN DENGAN BATANG- *"
520 PRINT "* BATANG DIAGONAL *"
530 PRINT "*****"

```

```

540 PRINT : GOTO 550
550 PRINT "LUAS TAMPANG PROFIL TERSUSUN A      :";A;" cm^2"
560 PRINT "MOMEN INERSIA PROFIL TERSUSUN X    :";IXT;" cm^4"
570 PRINT "MOMEN INERSIA PROFIL TERSUSUN Y    :";IYT;" cm^4"
580 PRINT "JARI-JARI GIRASI PROFIL TERSUSUN X  :";IX1;" cm"
590 PRINT "JARI-JARI GIRASI PROFIL TERSUSUN Y  :";IY1;" cm"
600 PRINT : CC = 3.143*SQR(2*E/(FY))
610 PRINT "CC (BATAS KELANGSINGAN BATANG)"
620 PRINT "
630 PRINT "          _____"
640 PRINT "      = 3.143 V ----- =";CC
650 PRINT "          Fy"
660 PRINT : LX = (L*KX)/IX1
670 PRINT "Lx = (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) : "
680 PRINT TAB(7);"L.Kx";TAB(15);L;TAB(21);"x";TAB(23);KX
690 PRINT TAB(4);"= ----- = ----- =";TAB(28);LX
700 PRINT TAB(8);"IX1";TAB(18);IX1
710 PRINT : LY = (L*KY)/IY1
720 PRINT "Ly = (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y) : "
730 PRINT TAB(7);"L.Ky";TAB(15);L;TAB(21);"x";TAB(23);KY
740 PRINT TAB(4);"= ----- = ----- =";TAB(28);LY
750 PRINT TAB(8);"IY1";TAB(18);IY1
760 PRINT : IF LX > LY THEN ELSE 790
770 LS = LX
780 PRINT "Ls =";LX : GOTO 810
790 LS = LY
800 PRINT "Ls =";LY
810 PRINT : IF LS > CC THEN ELSE 880
820 PRINT "TERNYATA Ls > CC , TEKUK ELASTIS":PRINT
830 FS = 1.92
840 PRINT "FS =";FS:PRINT
850 FA = ((3.143^2)*E)/(1.92*(LS^2))
860 PRINT "Fa = 3.143^2*E / 1.92*(Ls^2)";" Kg/cm^2"
870 PRINT "      =";FA;" Kg/cm^2 : GOTO 950"
880 PRINT "TERNYATA Ls < CC , TEKUK IN-ELASTIS":PRINT
890 FS = (5/3) + 3/8*(LS/CC) - ((1/8)*(LS/CC)^3)
900 PRINT "FS = (5/3 + 3/8*(Ls/CC) - ((1/8)*((Ls/CC)^3))"
910 PRINT "      =";FS:PRINT
920 FA = (FY/FS) * (1-(.5*((LS/CC)^2)))
930 PRINT "Fa = FY/FS * (1-.5*(Ls/CC)^2)"
940 PRINT "      =";FA;" Kg/cm^2"
950 T = N/A :PRINT
960 PRINT "T = N/A =";N;"/";A;" =";T
970 PRINT :PRINT"TEGANGAN TERJADI (T) :";T;" Kg/cm^2"
980 PRINT :PRINT"TEGANGAN IJIN TEKUK (FA) :";FA;" Kg/cm^2"
990 PRINT :IF T > FA THEN ELSE 1190
1000 PRINT"TERNYATA TEGANGAN TERJADI > TEGANGAN IJIN TEKUK"
1010 PRINT :T3 = ( ( T - FA ) / FA ) * 100
1020 PRINT " TEGANGAN TERJADI -TEGANGAN IJIN TEKUK"
1030 PRINT "----- x 100 %"
1040 PRINT "          TEGANGAN IJIN TEKUK"
1050 PRINT
1060 PRINT TAB(3);T;TAB(14);"-";TAB(16);FA

```

```

1070 PRINT TAB(1);"= ----- x 100 %"
1080 PRINT TAB(8);FA
1090 PRINT :PRINT "=";T3;"%":PRINT
1100 IF T3 <= 5 THEN ELSE 1130
1110 PRINT "TERNYATA :";T3;"%";" < 5 %";" (MASIH BISA DIPAKAI)"
1120 PRINT :GOTO 1340
1130 PRINT "TERNYATA :";T3;"%";" > 5 %":PRINT
1140 PRINT "PROFIL ";N$;" TIDAK AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK"
1150 PRINT
1160 INPUT "APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) ";K$
1170 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 120
1180 PRINT :GOTO 2560
1190 PRINT "TERNYATA TEGANGAN TERJADI < TEGANGAN IJIN TEKUK"
1200 PRINT
1210 PRINT " TEGANGAN IJIN TEKUK - TEGANGAN TERJADI"
1220 PRINT "----- x 100 %"
1230 PRINT "          TEGANGAN IJIN TEKUK"
1240 PRINT :T3 = ((FA - T) / FA) * 100
1250 PRINT TAB(3);FA;TAB(14);"-";TAB(16);T
1260 PRINT TAB(1);"= ----- x 100 %"
1270 PRINT TAB(8);FA
1280 PRINT :PRINT "=";T3;"%"
1290 PRINT :IF T3 <= 10 THEN ELSE 1340
1300 PRINT "TERNYATA :";T3;"%";" < 10 %";" (EKONOMIS)"
1310 PRINT :GOTO 1370
1320 PRINT "TERNYATA :";T3;"%";" > 10 %";" (KURANG EKONOMIS)"
1330 PRINT
1340 INPUT "APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) ";K$
1350 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 120
1360 PRINT
1370 PRINT "PROFIL ";N$;" AMAN TEHADAP BAHAYA TEKUK"
1380 PRINT :IF J < 2 THEN ELSE 1580
1390 IF IX2 <= IY2 THEN ELSE 1410
1400 IMIN = IX2 : GOTO 1420
1410 IMIN = IY2
1420 PRINT "i min =";IMIN;" cm" : PRINT
1430 INPUT "JUMLAH MEDAN      : ",S
1440 LL = L / S : PRINT
1450 PRINT "JARAK ANTARA TENGAH-TENGAH PELAT KOPEL : ",LL;" cm"
1460 LDL = LL/IMIN : PRINT
1470 PRINT "Ldl = Ll/i min =";LDL : PRINT
1480 IF LDL < 40 THEN ELSE 1430
1490 INPUT "TEBAL PELAT MELINTANG t (inch)      : ",TO
1500 TO = TO*2.54
1510 INPUT "TINGGI PELAT MELINTANG h (inch)      : ",HO
1520 HO = HO*2.54
1530 AM = TO*HO
1540 PRINT "LUAS PENAMPANG PELAT MELINTANG Am      :";AM;" cm^2"
1550 INPUT "JARAK SUMBU ELEMEN-ELEMEN BATANG TERSUSUN (a) : ",AO
1560 AO = AO * 2.54
1570 PRINT : GOTO 1710
1580 INPUT "TEBAL BATANG DIAGONAL t (inch)      : ",TO
1590 TO = TO*2.54

```

```

2130 D = .02 * N : PRINT
2140 PRINT "D = 0.02 =" ; D ; " Kg"
2150 S = (AO/LD)
2160 S = D / (2*S) : PRINT
2170 PRINT "S = D / (2 Sin a) =" ; S ; " Kg"
2180 IMIN = .289*TO : PRINT
2190 PRINT "i min = 0,289 t =" ; IMIN ; " cm"
2200 LDH = LD/IMIN : PRINT
2210 PRINT "Ldh = Ld / i min =" ; LDH
2220 PRINT : IF LDH <= 140 THEN ELSE 1580
2230 PRINT "TERNYATA Ldh <= 140 Ok."
2240 PRINT : GOTO 2270
2250 PRINT "TERNYATA Ldh > 140"
2260 PRINT : GOTO 1580
2270 PRINT "Cc =" ; CC
2280 PRINT : IF CC > LDH THEN ELSE 2400
2290 PRINT "TEKUK IN-ELASTIS ( Cc > Ldh)":PRINT
2300 FS = (5/3) + 3/8*(LDH/CC) - 1/8*(LDH/CC)^3
2310 PRINT "FS = (5/3) + 3/8*(Ldh/Cc) - 1/8*(Ldh/Cc)^3"
2320 PRINT "      =" ; FS ; " Kg/cm^2"
2330 PRINT : FA = FY/FS * (1-(.5*(LDH/CC)^2))
2340 PRINT "FA = FY/FS * (1-(.5*(Ldh/Cc)^2))"
2350 PRINT "      =" ; FA ; " Kg/cm^2"
2360 PRINT : FAS = FA / ( 1.6 - LDH/200)
2370 PRINT "FAS = FA / ( 1.6 - Ldh/200)"
2380 PRINT "      =" ; FAS ; " Kg/cm^2"
2390 GOTO 2490
2400 PRINT :PRINT "TEKUK ELASTIS ( Cc < Ldh)"
2410 PRINT :FS = 1.92
2420 PRINT "FS =" ; FS:PRINT
2430 FA = ((3.143^2)*E)/(1.92*(LDH^2))
2440 PRINT "FA = ((3.143^2)*E)/(1.92*(Ldh^2))"
2450 PRINT "      =" ; FA ; " Kg/cm^2" :PRINT
2460 FAS = FA / ( 1.6 - LDH/200)
2470 PRINT "FAS = FA / ( 1.6 - Ldh/200)"
2480 PRINT "      =" ; FAS ; " Kg/cm^2"
2490 PRINT :T = S / AD
2500 PRINT "TEGANGAN TEERJADI (T = S/Ad) =" ; T ; " Kg/cm^2"
2510 PRINT : IF T < FAS THEN ELSE 2540
2520 PRINT "Tegangan Terjadi < FAS Ok."
2530 PRINT : GOTO 2560
2540 PRINT "Tegangan Terjadi (T) > FAS"
2550 PRINT : GOTO 1580
2560 END

```

RUN

 * PERENCANAAN BATANG TERSUSUN BERDASARKAN AISC *

PENYELESAIAN :

PANJANG KOLOM L (cm) : 500
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X Kx : 1
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y Ky : 1
 GAYA AKSIAL TOTAL N (Kg) : 130000
 TEGANGAN LELEH Fy (Kg/cm²) : 2400
 MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm²) : 2100000

PILIH PROFIL : C 12 X 30
 JUMLAH BATANG TERSUSUN n : 2
 LUAS TAMPANG PROFIL A (inch²) : 8.82
 TITIK BERAT PROFIL ARAH X y (inch) : 0
 TITIK BERAT PROFIL ARAH Y y (inch) : 3.504
 MOMEN INERSIA ARAH X Ix (inch⁴) : 162
 MOMEN INERSIA ARAH Y Iy (inch⁴) : 5.14
 JARI-JARI GIRASI ix (inch) : 4.29
 JARI-JARI GIRASI iy (inch) : 0.763

 * 1.BATANG TERSUSUN DIHUBUNGGAN DENGAN PELAT *
 * MELINTANG *
 * 2.BATANG TERSUSUN DIHUBUNGGAN DENGAN BATANG- *
 * BATANG DIAGONAL *

PILIH NOMOR (SESUAI KONDISI KOLOMNYA) :

PILIH 1 ATAU 2 : 1

 * 1.BATANG TERSUSUN DIHUBUNGGAN DENGAN PELAT *
 * MELINTANG *

LUAS TAMPANG PROFIL TERSUSUN A : 113.8062 cm²
 MOMEN INERSIA PROFIL TERSUSUN X : 13485.9 cm⁴
 MOMEN INERSIA PROFIL TERSUSUN Y : 9442.8 cm⁴
 JARI-JARI GIRASI PROFIL TERSUSUN X : 10.88572 cm
 JARI-JARI GIRASI PROFIL TERSUSUN Y : 9.108931 cm

CC (BATAS KELANGSINGAN BATANG)

$$= 3.143 V \frac{2E}{F_y} = 131.4811$$

Lx = (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) :

$$= \frac{L.Kx}{IX1} = \frac{500 \times 1}{10.88572} = 45.93176$$

$$Ly = (\text{KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y}) : \\ = \frac{L.Ky}{IY1} = \frac{500 \times 1}{9.108931} = 54.89119$$

$$Ls = 54.89119$$

TERNYATA $Ls < CC$, TEKUK IN-ELASTIS

$$FS = (5/3 + 3/8*(Ls/CC) - ((1/8)*((LS/CC)^3)) \\ = 1.814127$$

$$Fa = FY/FS * (1-.5*(LS/CC)^2) \\ = 1207.66 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T = N/A = 130000 / 113.8062 = 1142.293$$

TEGANGAN TERJADI (T) : 1142.293 Kg/cm²

TEGANGAN IJIN TEKUK (FA) : 1207.66 Kg/cm²

TERNYATA TEGANGAN TERJADI < TEGANGAN IJIN TEKUK

$$\frac{\text{TEGANGAN IJIN TEKUK} - \text{TEGANGAN TERJADI}}{\text{TEGANGAN IJIN TEKUK}} \times 100 \% \\ = \frac{1207.66 - 1142.293}{1207.66} \times 100 \%$$

$$= 5.412735 \%$$

TERNYATA : 5.412735 % < 10 % (EKONOMIS)

PROFIL C 12 X 30 AMAN TEHADAP BAHAYA TEKUK

$$i \text{ min} = 1.93802 \text{ cm}$$

JUMLAH MEDAN : 10

JARAK ANTARA TENGAH-TENGAH PELAT KOPEL : 50 cm

$$Ld1 = L1/i \text{ min} = 25.79953$$

TEBAL PELAT MELINTANG t (inch) : 0.2
TINGGI PELAT MELINTANG h (inch) : 10

LUAS PENAMPANG PELAT MELINTANG A_m : 12.9032 cm^2
 JARAK SUMBU ELEMEN-ELEMEN BATANG TERSUSUN (a) : 8.5

PEMERIKSAAN TEGANGAN-TEGANGAN

$$D = 0.02 N = 2600 \text{ Kg}$$

$$D1 = 0.5 D = 1300 \text{ Kg}$$

$$T1 = (D1 LL) / a = 3010.653 \text{ Kg}$$

a. PADA 1 PROFIL DITEMPAT BAUT

JARAK LUBANG BAUT KE TEPI PELAT $s1$ (inch) : 1.9

$$M = D1 ((L1/2) - s1) = 26226.2 \text{ Kg cm}$$

$$W = (1/6) t h^2 = 54.62355 \text{ cm}^3$$

$$T = (N/A) + (M/W) = 1051.273 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T = 1051.273 \text{ Kg/cm}^2 < T \text{ ijin} = 1440 \text{ Kg/cm}^2 \text{ Ok.}$$

b. PELAT KOPEL

$$M = T1 S = 30106.53 \text{ Kg cm}$$

$$T = M / W = 551.164 \text{ Kg/cm}^2$$

$$T = 551.164 \text{ Kg/cm}^2 < T \text{ ijin} = 1440 \text{ Kg/cm}^2 \text{ Ok.}$$

$$G = 1.5 (T1/A_m) = 349.9891 \text{ Kg/cm}^2$$

$$GI = 0.60 FY = 1440 \text{ Kg/cm}^2$$

$$G = 349.9891 \text{ Kg/cm}^2 < G \text{ ijin} = 1440 \text{ Kg/cm}^2 \text{ Ok.}$$

Ok

RUN

 * PERENCANAAN BATANG TERSUSUN BERDASARKAN AISC *

PENYELESAIAN :

PANJANG KOLOM L (cm) : 500
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X Kx : 1
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y Ky : 1
 GAYA AKSIAL TOTAL N (Kg) : 140000
 TEGANGAN LELEH Fy (Kg/cm2) : 2400
 MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm2) : 2100000

PILIH PROFIL : C 12 X 30
 JUMLAH BATANG TERSUSUN n : 2
 LUAS TAMPANG PROFIL A (inch²) : 8.82
 TITIK BERAT PROFIL ARAH X y (inch) : 0
 TITIK BERAT PROFIL ARAH Y y (inch) : 3.504
 MOMEN INERSIA ARAH X Ix (inch⁴) : 162
 MOMEN INERSIA ARAH Y Iy (inch⁴) : 5.14
 JARI-JARI GIRASI ix (inch) : 4.29
 JARI-JARI GIRASI iy (inch) : 0.763

 * 1. BATANG TERSUSUN DIHUBUNGKAN DENGAN PELAT *
 * MELINTANG *
 * 2. BATANG TERSUSUN DIHUBUNGKAN DENGAN BATANG- *
 * BATANG DIAGONAL *

PILIH NOMOR (SESUAI KONDISI KOLOMNYA) :

PILIH 1 ATAU 2 : 2

 * 2. BATANG TERSUSUN DIHUBUNGKAN DENGAN BATANG- *
 * BATANG DIAGONAL *

LUAS TAMPANG PROFIL TERSUSUN A : 113.8062 cm²
 MOMEN INERSIA PROFIL TERSUSUN X : 13485.9 cm⁴
 MOMEN INERSIA PROFIL TERSUSUN Y : 9442.8 cm⁴
 JARI-JARI GIRASI PROFIL TERSUSUN X : 10.88572 cm
 JARI-JARI GIRASI PROFIL TERSUSUN Y : 9.108931 cm

CC (BATAS KELANGSINGAN BATANG)

$$= 3.143 V \frac{2E}{F_y} = 131.4811$$

Lx = (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) :

$$= \frac{L.Kx}{IX1} = \frac{500 \times 1}{10.88572} = 45.93176$$

$$Ly = (\text{KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y}) : \\ = \frac{L.Ky}{IY1} = \frac{500 \times 1}{9.108931} = 54.89119$$

$$Ls = 54.89119$$

TERNYATA $Ls < CC$, TEKUK IN-ELASTIS

$$FS = (5/3 + 3/8*(Ls/CC) - ((1/8)*((LS/CC)^3))) \\ = 1.814127$$

$$Fa = FY/FS * (1 - .5*(LS/CC)^2) \\ = 1207.66 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fa = N/A = 140000 / 113.8062 = 1230.161$$

TEGANGAN TERJADI (fa) : 1230.161 Kg/cm^2

TEGANGAN IJIN TEKUK (FA) : 1207.66 Kg/cm^2

TERNYATA TEGANGAN TERJADI $>$ TEGANGAN IJIN TEKUK

$$\frac{\text{TEGANGAN TERJADI} - \text{TEGANGAN IJIN TEKUK}}{\text{TEGANGAN IJIN TEKUK}} \times 100 \% \\ = \frac{1230.161 - 1207.66}{1207.66} \times 100 \%$$

$$= 1.863208 \%$$

TERNYATA : 1.863208 % $<$ 5 % (MASIH BISA DIPAKAI)

APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) ? N

PROFIL C 12 X 30 AMAN TEHADAP BAHAYA TEKUK

TEBAL BATANG DIAGONAL t (inch) : 0.3
 TINGGI BATANG DIAGONAL h (inch) : 1.6
 LUAS PENAMPANG BATANG DIAGONAL Ad : 3.096768 cm^2
 PANJANG BATANG DIAGONAL Ld (inch) : 9.8
 PANJANG ELEMEN BATANG YANG DIBATASI OLEH
 DUA UJUNG BATANG PENGHUBUNG $L1$ (inch) : 9.8
 JARAK SUMBU ELEMEN-ELEMEN BATANG TERSUSUN (a) : 8.5

GAYA YANG BEKERJA PADA BATANG DIAGONAL

$$D = 0.02 = 2800 \text{ Kg}$$

$$S = D / (2 \sin a) = 1614.118 \text{ Kg}$$

$$i \text{ min} = 0,289 \text{ t} = .220218 \text{ cm}$$

$$L_{dh} = L_d / i \text{ min} = 113.0335$$

TERNYATA $L_{dh} \leq 140$ Ok.

$$C_c = 131.4811$$

TEKUK IN-ELASTIS ($C_c > L_{dh}$)

$$\begin{aligned} FS &= (5/3) + 3/8*(L_{dh}/C_c) - 1/8*(L_{dh}/C_c)^3 \\ &= 1.90963 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} FA &= F_Y/FS * (1 - (.5*(L_{dh}/C_c)^2)) \\ &= 792.3592 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} FAS &= FA / (1.6 - L_{dh}/200) \\ &= 765.6882 \text{ Kg/cm}^2 \end{aligned}$$

$$\text{TEGANGAN TERJADI (T = S/Ad) = 521.2265 \text{ Kg/cm}^2$$

Tegangan Terjadi < FAS Ok.

Ok

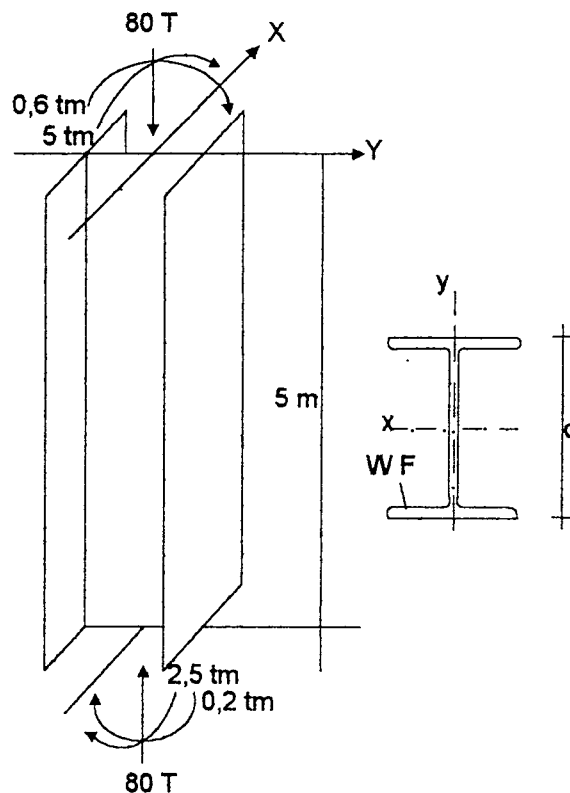
6.1.2. Kolom dengan Gaya Tekan Eksentris

1. Kolom Portal

Pembahasan soal :

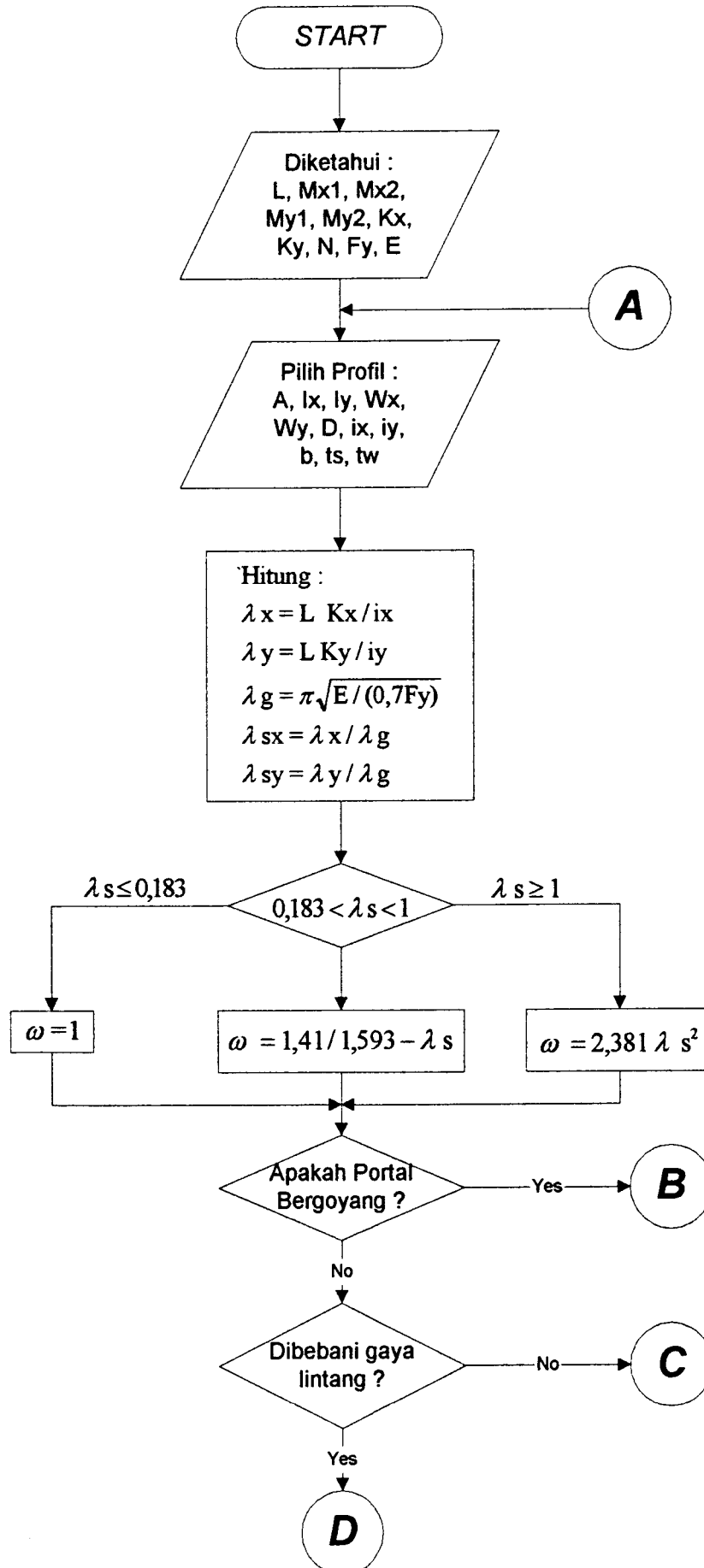
- Sebuah kolom memikul beban aksial sebesar 80 ton serta momen-momen lentur dari balok-balok lantai masing-masing pada arah sumbu kuat sebesar 5 tm dan 2,5 tm, pada arah sumbu lemahnya masing-masing 0,6 tm dan 0,2 tm seperti pada gambar. Pergeseran ujung-ujung kolom dicegah oleh bracing, jika koefisien tekuk dalam arah sumbu kuat = 1,0 dan arah sumbu lemah = 0,65, periksalah kekuatan kolom ini ! Jika baja dari Fe-360 (A-36), tentukan dimensi kolom dengan cara PPBBG '87 dan AISC.

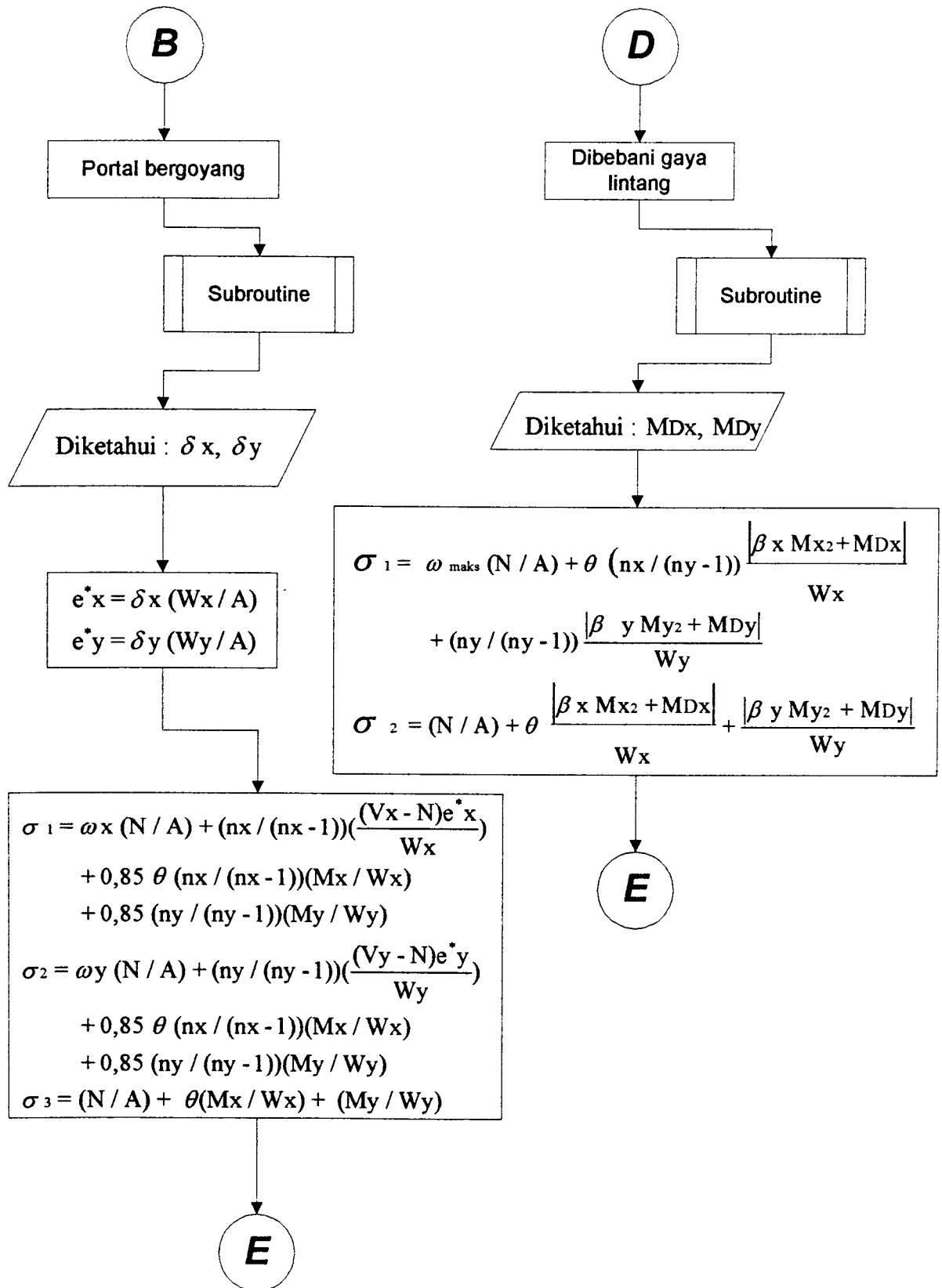
Penyelesaian :

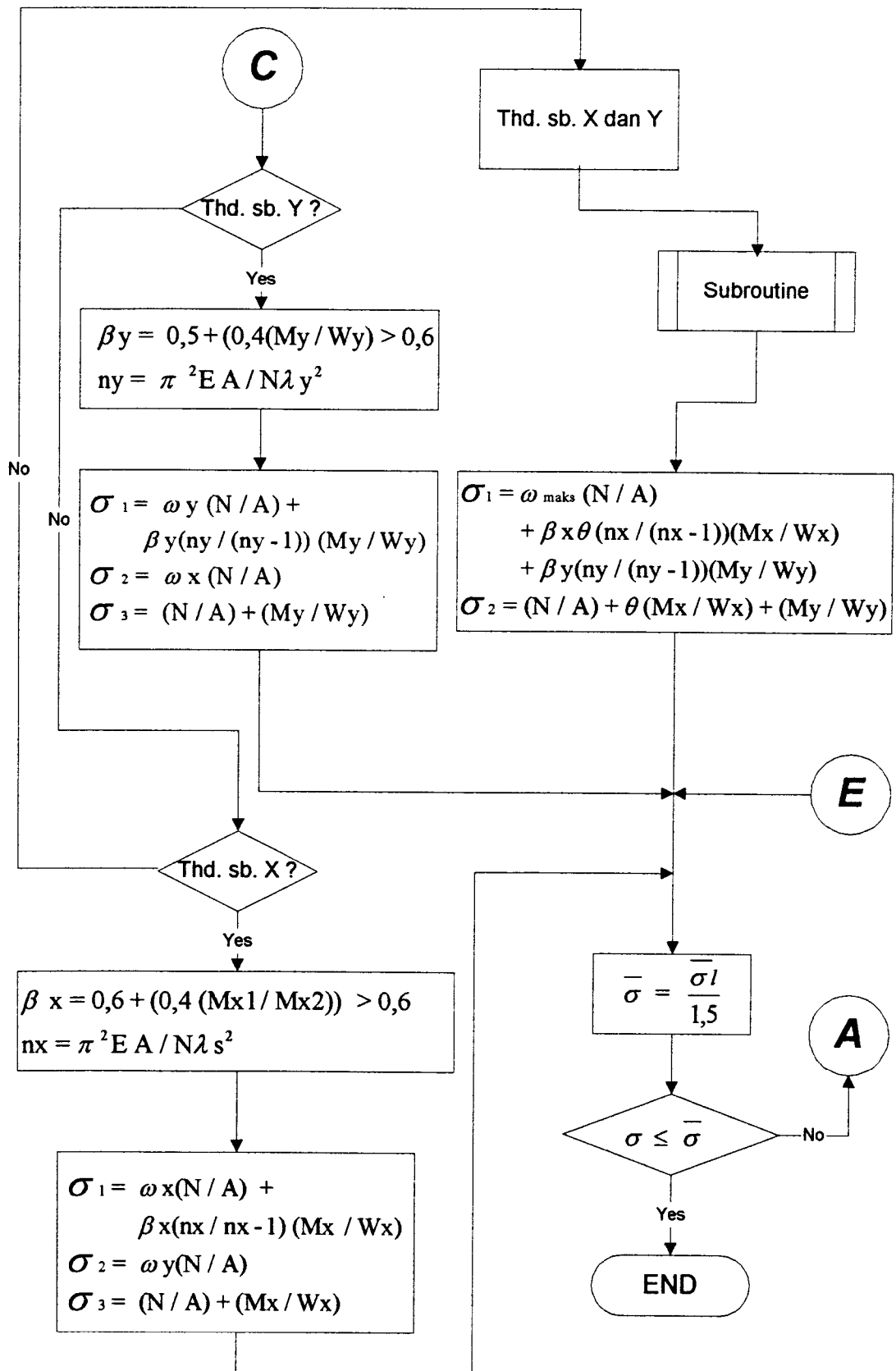


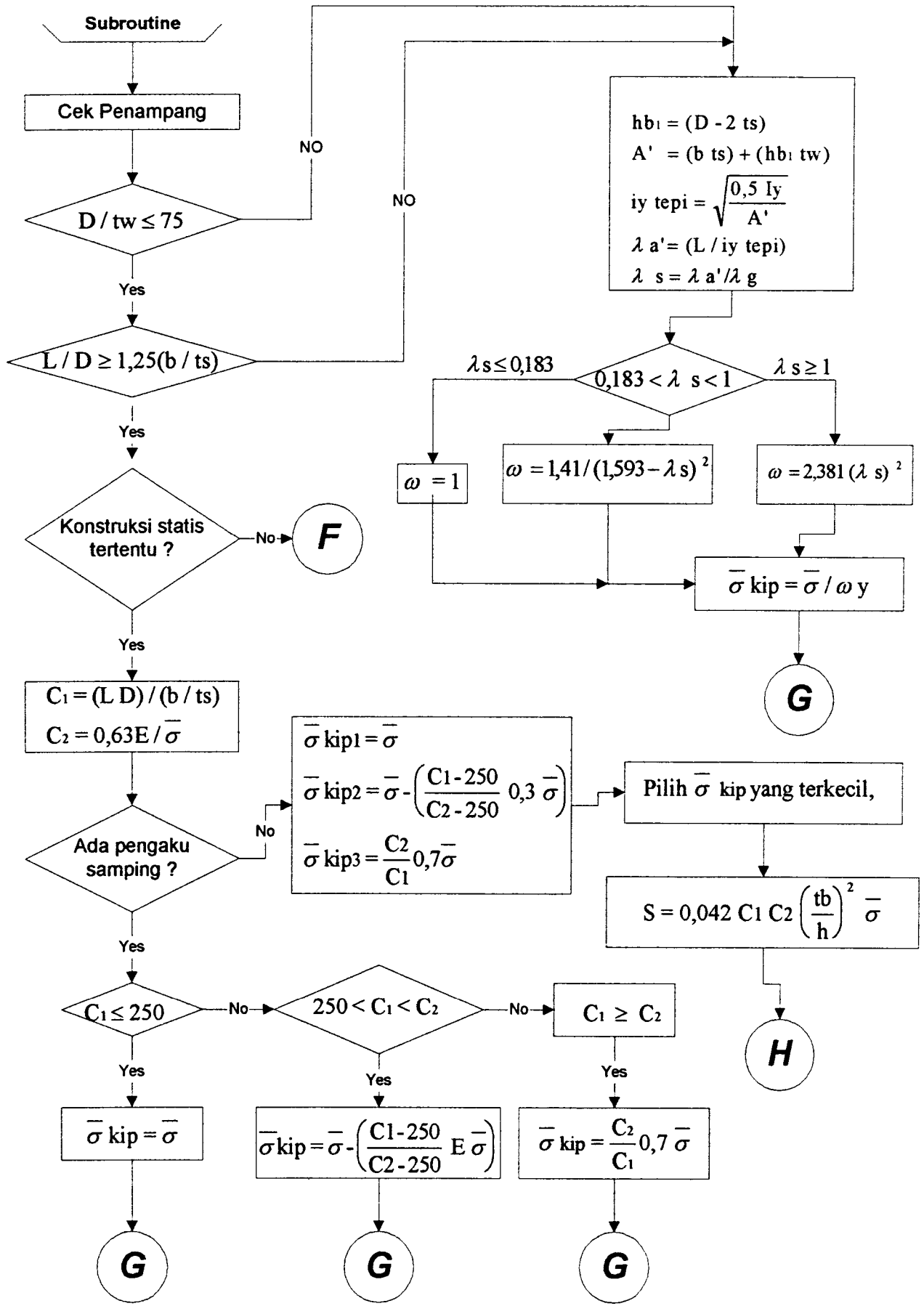
Gambar 6.4. Kolom portal tidak bergoyang

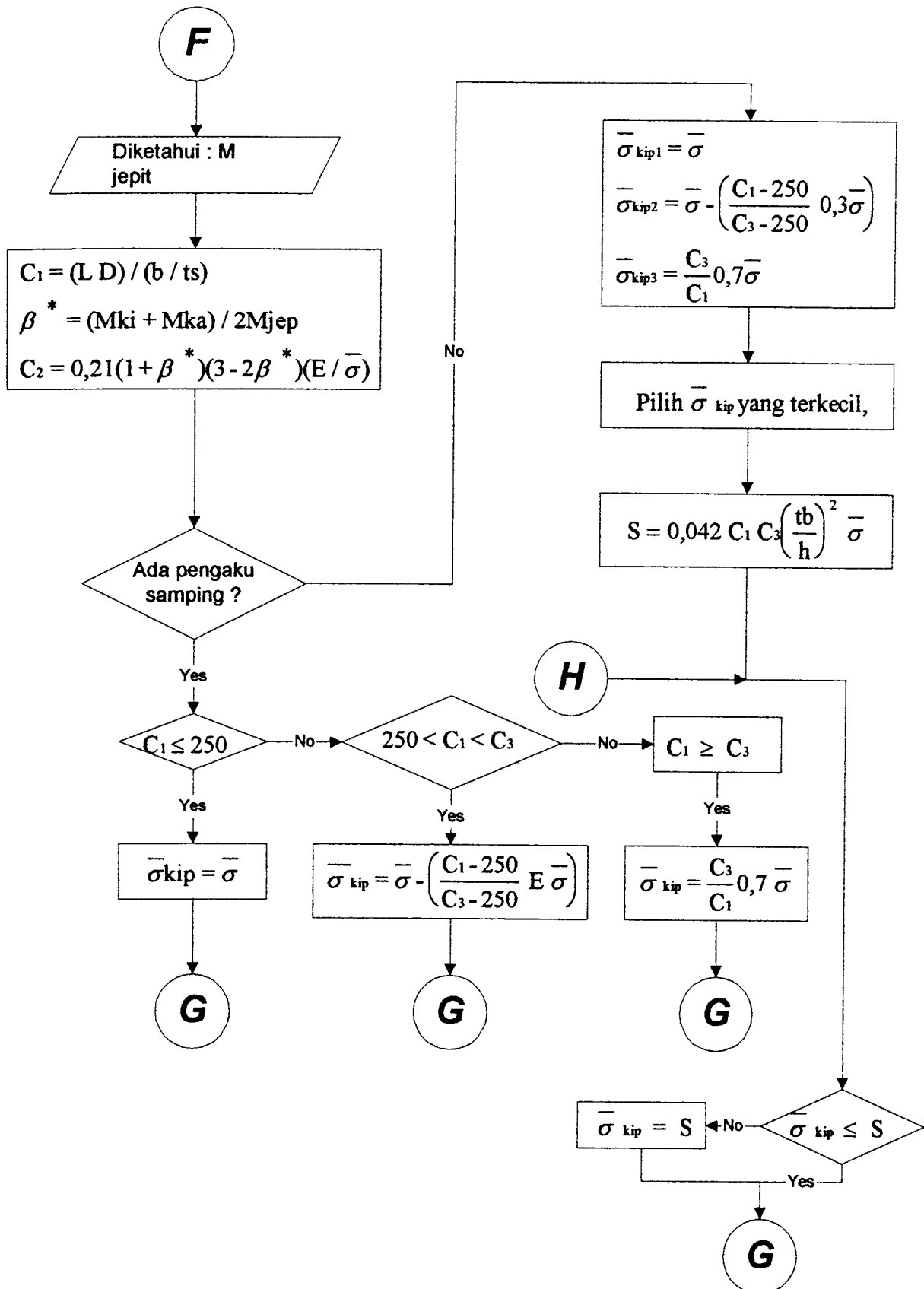
Flow Chart Perencanaan Kolom Portal Berdasarkan PPBBG' 87

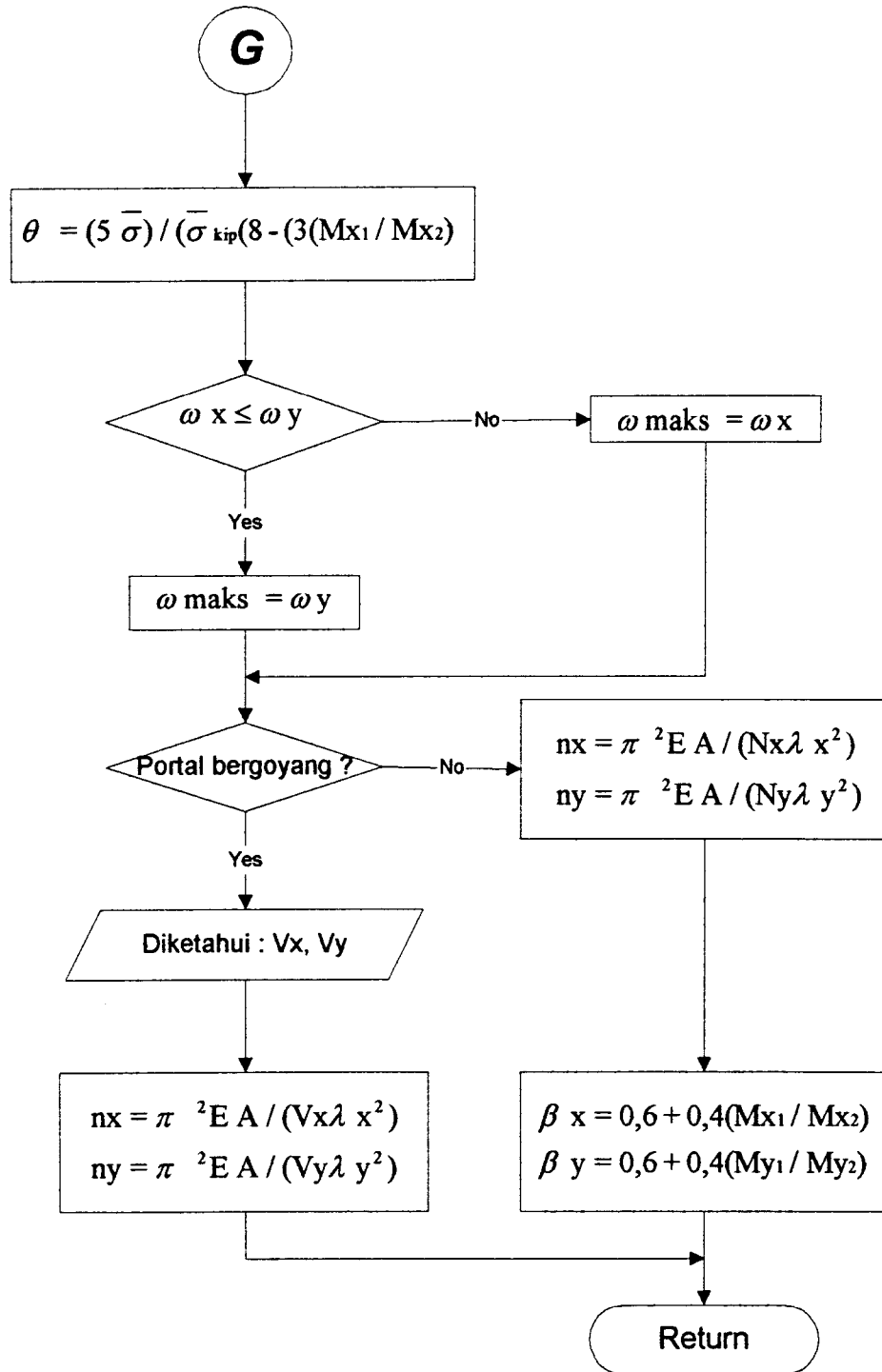












```

10 PRINT
20 PRINT "*****"
30 PRINT "*"
40 PRINT "*"
50 PRINT "*****"
60 PRINT :PRINT "PENYELESAIAN :":PRINT
70 INPUT "PANJANG KOLOM L (cm) : " : ",L
80 INPUT "MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS X Mx1 (Kg cm) : " : ",MX1
90 INPUT "MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS X Mx2 (Kg cm) : " : ",MX2
100 INPUT "MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS Y My1 (Kg cm) : " : ",MY1
110 INPUT "MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS Y My2 (Kg cm) : " : ",MY2
120 INPUT "FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X Kx : " : ",KX
130 INPUT "FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y Ky : " : ",KY
140 INPUT "GAYA AKSIAL N (Kg) : " : ",N
150 INPUT "TEGANGAN LELEH T1 (Kg/cm2) : " : ",TL
160 INPUT "MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm2) : " : ",E
170 PRINT :INPUT "PILIH PROFIL : " : ",N$
180 INPUT "LUAS TAMPANG PROFIL A (inch^2) : " : ",A1
190 A = A1 * (2.54^2)
200 INPUT "MOMEN INERSIA Ix (inch^4) : " : ",I1
210 IX = I1 * (2.54^4)
220 INPUT "MOMEN INERSIA Iy (inch^4) : " : ",I2
230 IY = I2 * (2.54^4)
240 INPUT "MODULUS PENAMPANG Wx (inch^3) : " : ",W1
250 WX = W1 * (2.54^3)
260 INPUT "MODULUS PENAMPANG Wy (inch^3) : " : ",W2
270 WY = W2 * (2.54^3)
280 INPUT "TINGGI PROFIL D (inch) : " : ",D1
290 D = D1 * 2.54
300 INPUT "JARI-JARI GIRASI ix (inch) : " : ",I3
310 IX1 = I3 * 2.54
320 INPUT "JARI-JARI GIRASI iy (inch) : " : ",I4
330 IY1 = I4 * 2.54
340 INPUT "LEBAR SAYAP PROFIL b (inch) : " : ",B1
350 B = B1 * 2.54
360 INPUT "TEBAL SAYAP PROFIL ts (inch) : " : ",T1
370 TS = T1 * 2.54
380 INPUT "TEBAL BADAN PROFIL tw (inch) : " : ",T2
390 TW = T2 * 2.54
400 PRINT :LX = (L*KX)/IX1
410 PRINT "Lx (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) : "
420 PRINT TAB(7);"L.Kx";TAB(15);L;TAB(21);"x";TAB(23);KX
430 PRINT TAB(4);"= ----- = ----- =" ;TAB(28);LX
440 PRINT TAB(8);"ix";TAB(18);IX1
450 PRINT :LY = (L*KY)/IY1
460 PRINT "Ly (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y) : "
470 PRINT TAB(7);"L.Ky";TAB(15);L;TAB(21);"x";TAB(23);KY
480 PRINT TAB(4);"= ----- = ----- =" ;TAB(28);LY
490 PRINT TAB(8);"iy";TAB(18);IY1
500 PRINT :LG = 3.14*SQR(E/(.7*TL))
510 PRINT "Lg (BATAS KELANGSINGAN BATANG)"
520 PRINT "
530 PRINT "

```

E"

```

540 PRINT "          = 3.143 V ----- =";LG
550 PRINT "                0.7 Fy"
560 PRINT :LSX = LX/LG
570 PRINT TAB(8);"Lx";TAB(14);LX
580 PRINT TAB(1);"Lsx = ---- = ----- =";LSX
590 PRINT TAB(8);"Lg";TAB(14);LG
600 PRINT :LSY = LY/LG
610 PRINT TAB(8);"Ly";TAB(14);LY
620 PRINT TAB(1);"Lsy = ---- = ----- =";LSY
630 PRINT TAB(8);"Lg";TAB(14);LG
640 IF LSX => 1 THEN 670
650 IF .183 < LSX < 1 THEN 680
660 IF LSX <= .183 THEN 690
670 WX1 = 2.381 * (LSX^2) : GOTO 700
680 WX1 = 1.41/(1.593 - LSX) : GOTO 700
690 WX1 = 1
700 IF LSY => 1 THEN 730
710 IF .183 < LSY < 1 THEN 740
720 IF LSY <= .183 THEN 750
730 WY1 = 2.381 * (LSY^2) : GOTO 760
740 WY1 = 1.41/(1.593 - LSY) : GOTO 760
750 WY1 = 1
760 TI = TL / 1.5:PRINT
770 PRINT "*****"
780 PRINT "* 1. KOLOM-KOLOM TIDAK DIBEKANI GAYA LINTANG,          *"
790 PRINT "*          MOMEN LENTUR HANYA TERHADAP SUMBU X          *"
800 PRINT "* 2. KOLOM-KOLOM TIDAK DIBEKANI GAYA LINTANG,          *"
810 PRINT "*          MOMEN LENTUR HANYA TERHADAP SUMBU Y          *"
820 PRINT "* 3. KOLOM-KOLOM TIDAK DIBEKANI GAYA LINTANG,          *"
830 PRINT "*          MOMEN LENTUR TERHADAP SUMBU X DAN Y          *"
840 PRINT "* 4. KOLOM-KOLOM YANG SELAIN DIBEKANI GAYA NORMAL DAN *"
850 PRINT "*          MOMEN LENTUR JUGA DIBEKANI GAYA LINTANG      *"
860 PRINT "* 5. KOLOM-KOLOM YANG UJUNGNYA BERGOYANG                *"
870 PRINT "*****"
880 PRINT "PILIH NOMOR (SESUAI KONDISI KOLOMNYA) : "
890 PRINT :INPUT "PILIH 1, 2, 3, 4 ATAU 5 : ",J
900 IF J < 1 OR J > 5 THEN 890
910 PRINT :ON J GOSUB 1480,1720,1970,2140,2330
920 PRINT :IF T1 < TI THEN ELSE 940
930 PRINT "T1 =";T1;" < Tijin =";TI : GOTO 950
940 PRINT "T1 =";T1;" > Tijin =";TI
950 PRINT : IF T2 < TI THEN ELSE 970
960 PRINT "T2 =";T2;" < Tijin =";TI : GOTO 980
970 PRINT "T2 =";T2;" > Tijin =";TI
980 IF T3 > 0 THEN ELSE 1020
990 PRINT :IF T3 < TI THEN ELSE 1010
1000 PRINT "T3 =";T3;" < Tijin =";TI :GOTO 1070
1010 PRINT "T3 =";T3;" > Tijin =";TI
1020 PRINT :IF T1 > T2 THEN ELSE 1050
1030 IF T1 > T3 THEN ELSE 1050
1040 T = T1 : GOTO 1080
1050 IF T2 > T3 THEN ELSE 1070
1060 T = T2 : GOTO 1080

```

```

1070 T = T3
1080 PRINT "TEGANGAN TERBESAR YANG TERJADI (T) =";T
1090 PRINT :IF T > TI THEN ELSE 1280
1100 PRINT "TERNYATA TEGANGAN TERJADI > TEGANGAN IJIN"
1110 PRINT
1120 PRINT " TEGANGAN TERJADI - TEGANGAN IJIN"
1130 PRINT "----- x 100 %"
1140 PRINT "          TEGANGAN IJIN"
1150 PRINT :T4 = ((T - TI)/TI)*100
1160 PRINT TAB(3);T;TAB(13);"-";TAB(15);TI
1170 PRINT TAB(1);"= ----- x 100 %"
1180 PRINT TAB(8);TI:PRINT
1190 PRINT "=";T4;"%" : PRINT
1200 IF T4 <= 5 THEN ELSE 1230
1210 PRINT "TERNYATA :";T4;"%";" < 5 %";" MASIH BISA DIPAKAI"
1220 PRINT : GOTO 1460
1230 PRINT "TERNYATA :";T4;"%";" > 5 %" : PRINT
1240 PRINT "PROFIL ";N$;" TIDAK AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK"
1250 PRINT : INPUT "APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) :",K$
1260 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 170
1270 GOTO 1470
1280 PRINT "TERNYATA TEGANGAN TERJADI < TEGANGAN IJIN"
1290 PRINT
1300 PRINT " TEGANGAN IJIN - TEGANGAN TERJADI"
1310 PRINT "----- x 100 %"
1320 PRINT "          TEGANGAN IJIN"
1330 PRINT :T5 = ((TI - T)/TI)*100
1340 PRINT TAB(3);TI;TAB(9);"-";TAB(11);T
1350 PRINT TAB(1);"= ----- x 100 %"
1360 PRINT TAB(7);TI
1370 PRINT :PRINT "=";T5;"%"
1380 PRINT
1390 IF T5 <= 10 THEN ELSE 1420
1400 PRINT "TERNYATA :";T5;"%";" < 10 %";" EKONOMIS"
1410 PRINT : GOTO 1460
1420 PRINT "TERNYATA :";T5;"%";" > 10 %";" KURANG EKONOMIS"
1430 PRINT
1440 INPUT "APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) =",K$
1450 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 170
1460 PRINT :PRINT "PROFIL ";N$;" AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK"
1470 PRINT : END
1480 PRINT "*****"
1490 PRINT "* KOLOM-KOLOM TIDAK DIBEKANI GAYA LINTANG, *"
1500 PRINT "* MOMEN LENTUR HANYA TERHADAP SUMBU X      *"
1510 PRINT "*****"
1520 PRINT :PRINT "HARUS MEMENUHI SYARAT :"
1530 PRINT :PRINT "wx =";WX1
1540 PRINT :PRINT "wy =";WY1
1550 BX = .6 + (.4 * (MX1/MX2)) : PRINT
1560 IF BX > .6 THEN ELSE 1590
1570 PRINT "Bx = 0.6 + 0.4 (Mx1 / Mx2) =";BX;" > 0.6"
1580 GOTO 1610
1590 PRINT "Bx = 0.6 + 0.4 (Mx1 / Mx2)";BX;" < 0.6"

```

```

1600 PRINT "    = 0.6 : BX = .6
1610 PRINT :NX = ((3.143^2)*E*A)/(N*(LX^2))
1620 PRINT "nx = (3.143^2 E A) / (N Lx^2)"
1630 PRINT "    =";NX
1640 PRINT :PRINT "T ijin = T1 / 1.5 =";TI:PRINT
1650 T1 = (WX1*(N/A)) + (BX*(NX/(NX - 1))*(MX2/WX))
1660 PRINT "T1 = wx (N/A) + Bx (nx/(nx -1)) (Mx/Wx) =";T1
1670 T2 = WY1 * (N/A)
1680 PRINT :PRINT "T2 = wy * (N/A) =";T2
1690 T3 = (N/A) + (MX2/WX)
1700 PRINT :PRINT "T3 = N/A + (Mx/Wx) =";T3
1710 RETURN
1720 PRINT "*****"
1730 PRINT "* KOLOM-KOLOM TIDAK DIBEBANI GAYA LINTANG, *"
1740 PRINT "* MOMEN LENTUR HANYA TERHADAP SUMBU Y    *"
1750 PRINT "*****"
1760 PRINT :PRINT "HARUS MEMENUHI SYARAT :":PRINT
1770 PRINT :PRINT "wx =";WX1
1780 PRINT :PRINT "wy =";WY1
1790 BY = .6 + (.4*(MY1/MY2)) : PRINT
1800 IF BY > .6 THEN ELSE 1830
1810 PRINT "By = 0.6 + 0.4*(My1/My2) =";BY;" > 0.6"
1820 PRINT :GOTO 1850
1830 PRINT "By = 0.6 + 0.4*(My1/My2) =";BY;" < 0.6"
1840 PRINT "    = 0.6 : BY = .6 : PRINT
1850 NY = ((3.143^2)*E*A)/(N*(LY^2))
1860 PRINT "ny = (3.143^2 E A)/(N Ly^2)"
1870 PRINT "    =";NY:PRINT
1880 PRINT :PRINT "T ijin = T1 / 1.5 =";TI:PRINT
1890 T1 = (WY1*(N/A)) + (BY*(NY/(NY -1))*(MY2/WY))
1900 PRINT "T1 = (wy (N/A) + By (ny/(ny -1)) (My/Wy)"
1910 PRINT "    =";T1
1920 T2 = WX1*(N/A):PRINT
1930 PRINT "T2 = wx (N/A) =";T2
1940 T3 = (N/A) + (MY2/WY) : PRINT
1950 PRINT "T3 = N/A + (My/Wy) =";T3
1960 RETURN
1970 PRINT "*****"
1980 PRINT "* KOLOM-KOLOM TIDAK DIBEBANI GAYA LINTANG, *"
1990 PRINT "* MOMEN LENTUR TERHADAP SUMBU X DAN Y    *"
2000 PRINT "*****"
2010 GOSUB 2620
2020 PRINT "T1 = wmaks N/A + Bx TT (nx/(nx-1))  Mx/Wx"
2030 PRINT "    + By (ny/(ny-1)) My/Wy"
2040 P1 = WMAKS * (N/A)
2050 P2 = BX * TT * (NX/(NX-1)) * (MX2/WX)
2060 P3 = BY * (NY/(NY-1)) * (MY2/WY)
2070 T1 = P1 + P2 + P3
2080 PRINT :PRINT "    =";T1
2090 T2 = (N/A) + (TT * (MX2/WX)) + (MY2/WY)
2100 PRINT :PRINT "T2 = N/A + TT Mx/Wx + My/Wy"
2110 PRINT :PRINT "    =";T2
2120 T3 = 0

```

```

2130 RETURN
2140 PRINT "*****"
2150 PRINT "* KOLOM-KOLOM YANG SELAIN DIBEKANI GAYA NORMAL DAN *"
2160 PRINT "*          MOMEN LENTUR JUGA DIBEKANI GAYA LINTANG          *"
2170 PRINT "*****"
2180 GOSUB 2620
2190 INPUT "MOMEN LAPANGAN PADA KOLOM ARAH X MDx (Kg cm) : ",MDX
2200 INPUT "MOMEN LAPANGAN PADA KOLOM ARAH Y MDy (Kg cm) : ",MDY
2210 PRINT :TA = WMAKS * (N/A)
2220 TB = TT * (NX/(NX-1)) * ((ABS((BX*MX2)+MDX))/WX)
2230 TC = (NY/(NY-1)) * ((ABS((BY*MY2)+MDY))/WY)
2240 T1 = TA + TB + TC : PRINT
2250 PRINT "T1 = wmaks N/A + TT (nx/(nx-1)) (ABS(Bx*Mx2+MDx)/Wx)"
2260 PRINT "      +(ny/(ny-1)) (ABS(By*My2+MDy)/Wy)"
2270 PRINT :PRINT "      =";T1:PRINT
2280 T2 = (N/A)+(TT*(ABS(MX2+MDX)/WX))+((ABS(MY2+MDY)/WY))
2290 PRINT "T2 = N/A+TT*(ABS(Mx2+MDx)/Wx)+(ABS(My2+MDy)/Wy)"
2300 PRINT :PRINT "      =";T2
2310 T3 = 0
2320 RETURN
2330 PRINT "*****"
2340 PRINT "*          KOLOM-KOLOM YANG UJUNGNYA BERGOYANG          *"
2350 PRINT "*****"
2360 GOSUB 2620
2370 INPUT "DEFLEKSI ARAH X (dx) = ",DX
2380 INPUT "DEFLEKSI ARAH Y (dy) = ",DY
2390 EBX = DX * (WX/A) : PRINT
2400 PRINT "e*x = dx * (Wx/A) =";EBX
2410 EBY = DY * (WY/A) : PRINT
2420 PRINT "e*y = dy * (Wy/A) =";EBY
2430 PRINT :TA = WX1 * (N/A)
2440 TB = (NX/(NX-1)) * ((VX - N)*EBX)/WX
2450 TC = .85 * TT * (NX/(NX-1)) * (MX2/WX)
2460 TD = .85 * TT * (NY/(NY-1)) * (MY2/WY)
2470 T1 = TA + TB + TC + TD : PRINT
2480 PRINT "T1 = wx N/A + (nx/(nx-1)) ((Vx-N) e*x)/Wx)"
2490 PRINT "      + (nx/(nx-1)) (Mx2/Wx) + (ny/(ny-1)) (My2/wy)"
2500 PRINT :PRINT "      =";T1:PRINT
2510 PRINT :TE = WY1 * (N/A)
2520 TG = (NY/(NY-1)) * ((VY - N)*EBY)/WY
2530 TH = .85 * TT * (NX/(NX-1)) * (MX2/WX)
2540 TJ = .85 * TT * (NY/(NY-1)) * (MY2/WY)
2550 T2 = TE + TG + TH + TJ : PRINT
2560 PRINT "T2 = wy N/A + (ny/(ny-1)) ((Vy-N) e*y)/Wy)"
2570 PRINT "      + (nx/(nx-1)) (Mx2/Wx) + (ny/(ny-1)) (My2/wy)"
2580 PRINT :PRINT "      =";T2 : PRINT
2590 T3 = (N/A) + (TT * (MX2/WX)) + (MY2/WY)
2600 PRINT :PRINT "      =";T3 : PRINT
2610 RETURN
2620 PRINT :PRINT "CEK PENAMPANG"
2630 PRINT :S1 = D / TW
2640 S2 = L / D
2650 S3 = 1.25 * (B / TS) : PRINT "TERNYATA : "

```

```

2660 PRINT :IF S1 <= 75 THEN ELSE 2690
2670 PRINT "D / tw =";S1;" < 75 Ok."
2680 PRINT :GOTO 2710
2690 PRINT "D / tw =";S1;" > 75"
2700 PRINT :GOTO 3690
2710 PRINT "L / D =";S2:PRINT
2720 PRINT "1.25 (b / ts)=";S3
2730 PRINT : PRINT "TERNYATA :"
2740 PRINT :IF S2 => S3 THEN ELSE 2770
2750 PRINT "L / h > 1.25 (b / ts)"
2760 PRINT :GOTO 2790
2770 PRINT :PRINT "L / h < 1.25 (b / ts)"
2780 PRINT :GOTO 3690
2790 INPUT "KONSTRUKSI STATIS TAKTENTU (Y / N) :",K$
2800 IF K$ = "Y" OR K$ ="y" THEN 3220
2810 PRINT :PRINT "STATIS TERTENTU"
2820 C1 = (L*D)/(B*TS) : PRINT
2830 PRINT "c1 = (L h) / (b ts) =";C1
2840 C2 = .63 * (E/II) : PRINT
2850 PRINT "c2 = .63 (E / Tijin) =";C2 : PRINT
2860 INPUT "DIBERI PENGAKU SAMPING (Y / N) :",K$
2870 IF K$ = "Y" OR K$ ="y" THEN 2890
2880 GOTO 2980
2890 PRINT :PRINT "DIBERI PENGAKU SAMPING"
2900 PRINT :IF C1 <= 250 THEN ELSE 2920
2910 TK = TI : PRINT "Tkip =";TK : GOTO 3960
2920 IF 250 < C1 < C2 THEN ELSE 2960
2930 TK = TI - (((C1-250)/(C2-250))*0.3*TI) : PRINT
2940 PRINT "Tkip = Tijin - ((c1-250)/(c2-250)) 0.3 Tijin"
2950 PRINT " =";TK : GOTO 3960
2960 TK = (C2/C1)*0.7*TI : PRINT
2970 PRINT "Tkip = (c2/c1) 0.7 Tijin =";TK : GOTO 3960
2980 PRINT :PRINT "TIDAK DIBERI PENGAKU SAMPING"
2990 TK1 = TI:PRINT
3000 PRINT "Tkip1 =";TK1:PRINT
3010 TK2 = TI-(((C1-250)/(C2-250))*0.3*TI)
3020 PRINT "Tkip2 = Tijin - ((c1-250)/(c2-250)) 0.3 Tijin"
3030 PRINT " =";TK2
3040 TK3 = (C2/C1)*0.7*TI:PRINT
3050 PRINT "Tkip3 = (c2/c1) 0.7 Tijin"
3060 PRINT " =";TK3
3070 PRINT "PILIH Tkip YANG TERKECIL, HARUS MEMENUHI SYARAT:"
3080 PRINT : IF TK1 < TK2 THEN ELSE 3110
3090 IF TK1 < TK3 THEN ELSE 3110
3100 TK = TK1 : GOTO 3140
3110 IF TK2 < TK3 THEN ELSE 3130
3120 TK = TK2 : GOTO 3140
3130 TK = TK3
3140 PRINT "Tkip =";TK;" TERKECIL":PRINT
3150 PRINT :TKI = .042 *C1*C2*((TW/D)^3)*TI
3160 PRINT "Tkip ijin = .042 c1 c2 (tb/h)^3 T ijin =";TKI
3170 PRINT : IF TK <= TKI THEN ELSE 3200
3180 PRINT "Tkip =";TK;" YANG DIPAKAI"

```

```

3190 PRINT : GOTO 3960
3200 PRINT "Tkip =";TKI;" YANG DIPAKAI"
3210 TK = TKI : PRINT : GOTO 3960
3220 PRINT :PRINT "STATIS TAKTENTU":PRINT
3230 INPUT "MOMEN JEPIT Mjep (Kg cm)      : ",MJ
3240 PRINT : C1 = (L*D)/(B*TS)
3250 PRINT "c1 = (L h) / (b ts) =";C1
3260 BB = (MX1 + MX2) / (2*MJ) : PRINT
3270 PRINT "B* = (Mk1 + Mka) / 2 Mjep =";BB
3280 PRINT : C3 = .21*(1+BB)*(3-2*BB)*(E/TI)
3290 PRINT "c3 = .21 (1 + B*) (3 - 2B*) (E / Tijin)"
3300 PRINT "      =";C3 : PRINT
3310 INPUT "DIBERI PENGAKU SAMPING (Y / N) : ",K$
3320 IF K$ = "Y" OR K$ ="y" THEN 3340
3330 GOTO 3450
3340 PRINT :PRINT "DIBERI PENGAKU SAMPING"
3350 PRINT :IF C1 <= 250 THEN ELSE 3380
3360 TK = TI : PRINT "Tkip =";TK
3370 PRINT : GOTO 3960
3380 IF 250 < C1 < C3 THEN ELSE 3420
3390 TK = TI-(((C1-250)/(C3-250))*0.3*TI)
3400 PRINT "Tkip = Tijin - ((c1-250)/(C3-250)) 0.3Tijin)"
3410 PRINT "      =";TI : PRINT : GOTO 3960
3420 TK = (C3/C1)*0.7*TI
3430 PRINT "Tkip = (c3/c1) 0.7 Tijin =";TK
3440 PRINT : GOTO 3960
3450 PRINT : PRINT "TIDAK DIBERI PENGAKU SAMPING"
3460 TK1 = TI:PRINT
3470 PRINT "Tkip1 =";TK1:PRINT
3480 TK2 = TI-(((C1-250)/(C3-250))*0.3*TI)
3490 PRINT "Tkip2 = Tijin - ((c1-250)/(C3-250)) 0.3Tijin)"
3500 PRINT "      =";TK2:PRINT
3510 TK3 = (C3/C1)*0.7*TI
3520 PRINT "Tkip3 = (c3/c1) 0.7 Tijin"
3530 PRINT "      =";TK3:PRINT
3540 PRINT "PILIH Tkip YANG TERKECIL, HARUS MEMENUHI SYARAT:"
3550 PRINT : IF TK1 < TK2 THEN ELSE 3580
3560 IF TK1 < TK3 THEN ELSE 3580
3570 TK = TK1 : GOTO 3610
3580 IF TK2 < TK3 THEN ELSE 3600
3590 TK = TK2 : GOTO 3610
3600 TK = TK3
3610 PRINT "Tkip =";TK;" TERKECIL"
3620 TKI = .042 *C1*C3*((TW/D)^3)*TI : PRINT
3630 PRINT "Tkip ijin = .042 c1 c3 (tb/h)^3 T ijin =";TKI
3640 PRINT : IF TK <= TKI THEN ELSE 3670
3650 PRINT "Tkip =";TK;" YANG DIPAKAI"
3660 PRINT : GOTO 3960
3670 PRINT "Tkip =";TKI;" YANG DIPAKAI"
3680 PRINT :TK = TKI : GOTO 3960
3690 H1 = (D - (2 * TS))/6 : PRINT
3700 PRINT "hb1 = (D - 2ts)/6 :";H1
3710 A3 = (B*TS) + (H1*TW):PRINT

```



```

3720 PRINT "A' = (b ts) + (hb1*tw) :";A3
3730 IYT = SQR((.5*IY)/A3)
3740 PRINT "
3750 PRINT "iy tepi =  $\sqrt{0.5 Iy / A'}$  =";IYT
3760 PRINT :LA3 = L/IYT
3770 PRINT "LA' (KELANGSINGAN BATAS) = L / iy tepi =";LA3
3780 PRINT
3790 PRINT "Lg BATAS KELANGSINGAN BATANG) =";LG
3800 PRINT :LS3 = LA3/LG
3810 PRINT "Ls (RASIO KELANGSINGAN) = LA'/Lg =";LS3
3820 PRINT :IF LS3 => 1 THEN 3850
3830 IF .183 < LS3 < 1 THEN 3880
3840 IF LS3 <= .183 THEN 3910
3850 WY2 = 2.381 * (LS3^2)
3860 PRINT "TERNYATA Ls > 1 MAKA, wy =";WY2
3870 PRINT :GOTO 3940
3880 PRINT :WY2 = 1.41/(1.593 - LS3)
3890 PRINT "TERNYATA 0.183 < Ls < 1 MAKA, wy =";WY2
3900 PRINT :GOTO 3940
3910 PRINT :WY2 = 1
3920 PRINT "TERNYATA Ls < 0.183 MAKA, wy =";WY2
3930 PRINT
3940 PRINT :TK =TI/WY2
3950 PRINT "Tkip = Tijin/wy =";TK:PRINT
3960 TT = (5*TI)/(TK*(8-(3*(MX1/MX2))))
3970 PRINT "Teta = 5 Tijin / (Tkip (8 - 3(Mx1/Mx2)))"
3980 IF TT < 1 THEN ELSE 4010
3990 PRINT " = 1"
4000 TT = 1 : PRINT : GOTO 4020
4010 PRINT " =";TT:PRINT
4020 PRINT "wx =";WX1:PRINT
4030 PRINT "wy =";WY1:PRINT
4040 IF WX1 > WY1 THEN ELSE 4070
4050 PRINT "wmaks =";WX1:PRINT
4060 WMAKS = WX1 : GOTO 4190
4070 PRINT "wmaks =";WY1
4080 WMAKS = WY1 : PRINT
4090 INPUT "APAKAH KOLOM PORTAL BERGOYANG (Y/N) : ",K$
4100 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 4120
4110 GOTO 4250
4120 PRINT
4130 INPUT "GAYA LINTANG ARAH X Vx (Kg) : ",VX
4140 INPUT "GAYA LINTANG ARAH Y Vy (Kg) : ",VY
4150 IF VX > 0 THEN ELSE 4190
4160 NX = ((3.143^2)*E*A)/(VX*(LX^2)):PRINT
4170 PRINT "nx = (3.143^2 E A) / (Vx Lx^2)"
4180 PRINT " =";NX : GOTO 4220
4190 NX = ((3.143^2)*E*A)/(N*(LX^2)):PRINT
4200 PRINT "nx = (3.143^2 E A) / (N Lx^2)"
4210 PRINT " =";NX
4220 PRINT :IF VY > 0 THEN ELSE 4280
4230 NY = ((3.143^2)*E*A)/(VY*(LY^2))
4240 PRINT " =";NY:GOTO 4310

```

```
4250 NX = ((3.143^2)*E*A)/(N*(LX^2)):PRINT
4260 PRINT "nx = (3.143^2 E A) / (N Lx^2)"
4270 PRINT "    =";NX : PRINT
4280 NY = ((3.143^2)*E*A)/(N*(LY^2))
4290 PRINT "ny = (3.143^2 E A)/(N Ly^2)"
4300 PRINT "    =";NY
4310 BX = .6 + (.4 * (MX1/MX2)) : PRINT
4320 IF BX > .6 THEN ELSE 4350
4330 PRINT "Bx = 0.6 + 0.4 (Mx1 / Mx2) =";BX;" > 0.6 Ok."
4340 PRINT :GOTO 4380
4350 PRINT "Bx = 0.6 + 0.4 (Mx1 / Mx2) =";BX;" < 0.6"
4360 PRINT "    = 0.6 YANG DIPAKAI"
4370 BX = .6 : PRINT
4380 BY = .6 + (.4*(MY1/MY2))
4390 IF BY > .6 THEN ELSE 4420
4400 PRINT "By = 0.6 + 0.4*(My1/My2) =";BY;" > 0.6"
4410 PRINT :GOTO 4450
4420 PRINT "By = 0.6 + 0.4*(My1/My2) =";BY;" < 0.6"
4430 PRINT "    = 0.6 YANG DIPAKAI"
4440 BY = .6 : PRINT
4450 PRINT "T ijin = T1 / 1.5 =";TI:PRINT
4460 PRINT "HARUS MEMENUHI SYARAT :":PRINT
4470 RETURN
```

RUN

```
*****
*                PERENCANAAN KOLOM PORTAL                *
*                BERDASARKAN PPBBG'87                    *
*****
```

PENYELESAIAN :

```
PANJANG KOLOM L (cm) : 500
MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS X Mx1 (Kg cm) : 250000
MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS X Mx2 (Kg cm) : 500000
MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS Y My1 (Kg cm) : 20000
MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS Y My2 (Kg cm) : 60000
FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X Kx : 1
FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y Ky : .65
GAYA AKSIAL N (Kg) : 80000
TEGANGAN LELEH T1 (Kg/cm2) : 2400
MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm2) : 2100000
```

```
PILIH PROFIL : WF 10 X 49
LUAS TAMPANG PROFIL A (inch^2) : 14.4
MOMEN INERSIA Ix (inch^4) : 272
MOMEN INERSIA Iy (inch^4) : 93.4
MODULUS PENAMPANG Wx (inch^3) : 54.6
MODULUS PENAMPANG Wy (inch^3) : 18.7
TINGGI PROFIL D (inch) : 9.98
JARI-JARI GIRASI ix (inch) : 4.53
JARI-JARI GIRASI iy (inch) : 2.54
LEBAR SAYAP PROFIL b (inch) : 10.0
TEBAL SAYAP PROFIL ts (inch) : 0.56
TEBAL BADAN PROFIL tw (inch) : 0.34
```

$$L_x \text{ (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) :}$$

$$= \frac{L \cdot K_x}{i_x} = \frac{500 \times 1}{11.5062} = 43.45483$$

$$L_y \text{ (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y) :}$$

$$= \frac{L \cdot K_y}{i_y} = \frac{500 \times .65}{6.4516} = 50.37511$$

Lg (BATAS KELANGSINGAN BATANG)

$$= 3.143 \sqrt{\frac{E}{0.7 F_y}} = 111.0158$$

$$L_{sx} = \frac{L_x}{L_g} = \frac{43.45483}{111.0158} = .3914293$$

$$L_{sy} = \frac{L_y}{L_g} = \frac{50.37511}{111.0158} = .4537653$$

```

*****
* 1. KOLOM-KOLOM TIDAK DIBEBANI GAYA LINTANG,          *
* MOMEN LENTUR HANYA TERHADAP SUMBU X                  *
* 2. KOLOM-KOLOM TIDAK DIBEBANI GAYA LINTANG,          *
* MOMEN LENTUR HANYA TERHADAP SUMBU Y                  *
* 3. KOLOM-KOLOM TIDAK DIBEBANI GAYA LINTANG,          *
* MOMEN LENTUR TERHADAP SUMBU X DAN Y                  *
* 4. KOLOM-KOLOM YANG SELAIN DIBEBANI GAYA NORMAL DAN *
* MOMEN LENTUR JUGA DIBEBANI GAYA LINTANG              *
* 5. KOLOM-KOLOM YANG UJUNGNYA BERGOYANG               *
*****
PILIH NOMOR (SESUAI KONDISI KOLOMNYA) :

```

PILIH 1, 2, 3, 4 ATAU 5 : 3

```

*****
* KOLOM-KOLOM TIDAK DIBEBANI GAYA LINTANG,          *
* MOMEN LENTUR TERHADAP SUMBU X DAN Y                  *
*****

```

CEK PENAMPANG

TERNYATA :

$$D / tw = 29.35294 < 75 \text{ Ok.}$$

$$L / D = 19.72449$$

$$1.25 (b / ts) = 22.32143$$

TERNYATA :

$$L / h < 1.25 (b / ts)$$

$$hb1 = (D - 2ts)/6 : 3.750733$$

$$A' = (b ts) + (hb1*tw) : 39.36809$$

$$i_y \text{ tepi} = \sqrt{0.5 I_y / A'} = 7.026737$$

$$LA' \text{ (KELANGSINGAN BATAS)} = L / i_y \text{ tepi} = 71.15678$$

$$L_g \text{ BATAS KELANGSINGAN BATANG)} = 111.0158$$

$$L_s \text{ (RASIO KELANGSINGAN)} = LA' / L_g = .6409611$$

TERNYATA $0.183 < L_s < 1$ MAKA, $w_y = 1.481032$

$$T_{kip} = T_{ijin}/w_y = 1080.328$$

$$\begin{aligned} \text{Teta} &= 5 T_{ijin} / (T_{kip} (8 - 3(M_{x1}/M_{x2}))) \\ &= 1.139255 \end{aligned}$$

$$w_x = 1.173464$$

$$w_y = 1.237673$$

$$w_{maks} = 1.237673$$

APAKAH KOLOM PORTAL BERGOYANG (Y/N) : N

$$\begin{aligned} n_x &= (3.143^2 E A) / (N L_x^2) \\ &= 12.75768 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_y &= (3.143^2 E A) / (N L_y^2) \\ &= 9.493276 \end{aligned}$$

$$B_x = 0.6 + 0.4 (M_{x1} / M_{x2}) = .8 > 0.6 \text{ Ok.}$$

$$B_y = 0.6 + 0.4*(M_{y1}/M_{y2}) = .7333334 > 0.6$$

$$T_{ijin} = T_1 / 1.5 = 1600$$

HARUS MEMENUHI SYARAT :

$$\begin{aligned} T_1 &= w_{maks} N/A + B_x T_1 (n_x/(n_x-1)) M_x/W_x \\ &\quad + B_y (n_y/(n_y-1)) M_y/W_y \\ &= 1778.901 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_2 &= N/A + T_1 M_x/W_x + M_y/W_y \\ &= 1693.556 \end{aligned}$$

$$T_1 = 1778.901 > T_{ijin} = 1600$$

$$T_2 = 1693.556 > T_{ijin} = 1600$$

$$\text{TEGANGAN TERBESAR YANG TERJADI (T)} = 1778.901$$

TERNYATA TEGANGAN TERJADI > TEGANGAN IJIN

$$\frac{\text{TEGANGAN TERJADI} - \text{TEGANGAN IJIN}}{\text{TEGANGAN IJIN}} \times 100 \%$$

$$= \frac{1778.901 - 1600}{1600} \times 100 \%$$

$$= 11.1813 \%$$

TERNYATA : 11.1813 % > 5 %

PROFIL WF 10 X 49 TIDAK AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK

APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) :Y

PILIH PROFIL	:	WF 10 X 54
LUAS TAMPANG PROFIL A (inch ²)	:	15.8
MOMEN INERSIA I _x (inch ⁴)	:	303
MOMEN INERSIA I _y (inch ⁴)	:	103
MODULUS PENAMPANG W _x (inch ³)	:	60
MODULUS PENAMPANG W _y (inch ³)	:	20.6
TINGGI PROFIL D (inch)	:	10.09
JARI-JARI GIRASI i _x (inch)	:	4.37
JARI-JARI GIRASI i _y (inch)	:	2.56
LEBAR SAYAP PROFIL b (inch)	:	10.03
TEBAL SAYAP PROFIL t _s (inch)	:	0.615
TEBAL BADAN PROFIL t _w (inch)	:	0.37

L_x (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) :

$$= \frac{L \cdot K_x}{i_x} = \frac{500 \times 1}{11.0998} = 45.04586$$

L_y (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y) :

$$= \frac{L \cdot K_y}{i_y} = \frac{500 \times .65}{6.5024} = 49.98155$$

L_g (BATAS KELANGSINGAN BATANG)

$$= 3.143 V \frac{E}{0.7 F_y} = 111.0158$$

$$L_{sx} = \frac{L_x}{L_g} = \frac{45.04586}{111.0158} = .4057609$$

$$L_{sy} = \frac{L_y}{L_g} = \frac{49.98155}{111.0158} = .4502203$$

```

*****
* 1. KOLOM-KOLOM TIDAK DIBEBANI GAYA LINTANG,      *
*   MOMEN LENTUR HANYA TERHADAP SUMBU X             *
* 2. KOLOM-KOLOM TIDAK DIBEBANI GAYA LINTANG,      *
*   MOMEN LENTUR HANYA TERHADAP SUMBU Y             *
* 3. KOLOM-KOLOM TIDAK DIBEBANI GAYA LINTANG,      *
*   MOMEN LENTUR TERHADAP SUMBU X DAN Y            *
* 4. KOLOM-KOLOM YANG SELAIN DIBEBANI GAYA NORMAL DAN *
*   MOMEN LENTUR JUGA DIBEBANI GAYA LINTANG        *
* 5. KOLOM-KOLOM YANG UJUNGNYA BERGOYANG           *
*****
PILIH NOMOR (SESUAI KONDISI KOLOMNYA) :

```

PILIH 1, 2, 3, 4 ATAU 5 : 3

```

*****
* KOLOM-KOLOM TIDAK DIBEBANI GAYA LINTANG,      *
* MOMEN LENTUR TERHADAP SUMBU X DAN Y            *
*****

```

CEK PENAMPANG

TERNYATA :

$$D / tw = 27.27027 < 75 \text{ Ok.}$$

$$L / D = 19.50946$$

$$1.25 (b / ts) = 20.38618$$

TERNYATA :

$$L / h < 1.25 (b / ts)$$

$$hb1 = (D - 2ts)/6 : 3.750733$$

$$A' = (b ts) + (hb1*tw) : 43.32131$$

$$iy \text{ tepi} = \sqrt{0.5 Iy / A'} = 7.03429$$

$$LA' \text{ (KELANGSINGAN BATAS)} = L / iy \text{ tepi} = 71.08038$$

$$Lg \text{ BATAS KELANGSINGAN BATANG)} = 111.0158$$

$$Ls \text{ (RASIO KELANGSINGAN)} = LA' / Lg = .6402729$$

TERNYATA $0.183 < Ls < 1$ MAKA, $wy = 1.479962$

$$T_{kip} = T_{ijin}/w_y = 1078.412$$

$$\begin{aligned} \text{Teta} &= 5 T_{ijin} / (T_{kip} (8 - 3(M_{x1}/M_{x2}))) \\ &= 1.14128 \end{aligned}$$

$$w_x = 1.187629$$

$$w_y = 1.233833$$

$$w_{maks} = 1.233833$$

APAKAH KOLOM PORTAL BERGOYANG (Y/N) : N

$$\begin{aligned} n_x &= (3.143^2 E A) / (N L_x^2) \\ &= 13.02665 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_y &= (3.143^2 E A) / (N L_y^2) \\ &= 10.58092 \end{aligned}$$

$$B_x = 0.6 + 0.4 (M_{x1} / M_{x2}) = .8 > 0.6 \text{ Ok.}$$

$$B_y = 0.6 + 0.4*(M_{y1}/M_{y2}) = .7333334 > 0.6$$

$$T_{ijin} = T_1 / 1.5 = 1600$$

HARUS MEMENUHI SYARAT :

$$\begin{aligned} T_1 &= w_{maks} N/A + B_x T_T (n_x/(n_x-1)) M_x/W_x \\ &\quad + B_y (n_y/(n_y-1)) M_y/W_y \\ &= 1615.18 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_2 &= N/A + T_T M_x/W_x + M_y/W_y \\ &= 1542.927 \end{aligned}$$

$$T_1 = 1615.18 > T_{ijin} = 1600$$

$$T_2 = 1542.927 < T_{ijin} = 1600$$

$$\text{TEGANGAN TERBESAR YANG TERJADI (T)} = 1615.18$$

TERNYATA TEGANGAN TERJADI > TEGANGAN IJIN

$$\begin{aligned} &\frac{\text{TEGANGAN TERJADI} - \text{TEGANGAN IJIN}}{\text{TEGANGAN IJIN}} \times 100 \% \\ &= \frac{1615.18 - 1600}{1600} \times 100 \% \end{aligned}$$

= .8703614 %

TERNYATA : .8703614 % < 5 % MASIH BISA DIPAKAI

PROFIL WF 10 X 54 AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK

Ok

RUN

```
*****
*                PERENCANAAN KOLOM PORTAL                *
*                BERDASARKAN PPBBG'87                    *
*****
```

PENYELESAIAN :

```
PANJANG KOLOM L (cm) : 500
MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS X Mx1 (Kg cm) : 250000
MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS X Mx2 (Kg cm) : 500000
MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS Y My1 (Kg cm) : 20000
MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS Y My2 (Kg cm) : 60000
FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X Kx : 1
FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y Ky : 0.65
GAYA AKSIAL N (Kg) : 80000
TEGANGAN LELEH Tl (Kg/cm2) : 2400
MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm2) : 2100000
```

```
PILIH PROFIL : WF 10 X 60
LUAS TAMPANG PROFIL A (inch^2) : 17.6
MOMEN INERSIA Ix (inch^4) : 341
MOMEN INERSIA Iy (inch^4) : 116
MODULUS PENAMPANG Wx (inch^3) : 66.7
MODULUS PENAMPANG Wy (inch^3) : 23.0
TINGGI PROFIL D (inch) : 10.22
JARI-JARI GIRASI ix (inch) : 4.39
JARI-JARI GIRASI iy (inch) : 2.57
LEBAR SAYAP PROFIL b (inch) : 10.08
TEBAL SAYAP PROFIL ts (inch) : 0.680
TEBAL BADAN PROFIL tw (inch) : 0.420
```

$$L_x \text{ (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) :}$$

$$= \frac{L \cdot K_x}{i_x} = \frac{500 \times 1}{11.1506} = 44.84064$$

$$L_y \text{ (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y) :}$$

$$= \frac{L \cdot K_y}{i_y} = \frac{500 \times .65}{6.5278} = 49.78707$$

Lg (BATAS KELANGSINGAN BATANG)

$$= 3.143 \sqrt{\frac{E}{0.7 F_y}} = 111.0158$$

$$L_{sx} = \frac{L_x}{L_g} = \frac{44.84064}{111.0158} = .4039123$$

$$L_{sy} = \frac{L_y}{L_g} = \frac{49.78707}{111.0158} = .4484684$$

```

*****
* 1. KOLOM-KOLOM TIDAK DIBEBANI GAYA LINTANG, *
* MOMEN LENTUR HANYA TERHADAP SUMBU X *
* 2. KOLOM-KOLOM TIDAK DIBEBANI GAYA LINTANG, *
* MOMEN LENTUR HANYA TERHADAP SUMBU Y *
* 3. KOLOM-KOLOM TIDAK DIBEBANI GAYA LINTANG, *
* MOMEN LENTUR TERHADAP SUMBU X DAN Y *
* 4. KOLOM-KOLOM YANG SELAIN DIBEBANI GAYA NORMAL DAN *
* MOMEN LENTUR JUGA DIBEBANI GAYA LINTANG *
* 5. KOLOM-KOLOM YANG UJUNGNYA BERGOYANG *
*****
PILIH NOMOR (SESUAI KONDISI KOLOMNYA) :

```

PILIH 1. 2, 3, 4 ATAU 5 : 3

```

*****
* KOLOM-KOLOM TIDAK DIBEBANI GAYA LINTANG, *
* MOMEN LENTUR TERHADAP SUMBU X DAN Y *
*****

```

CEK PENAMPANG

TERNYATA :

$$D / tw = 24.33334 < 75 \text{ Ok.}$$

$$L / D = 19.26129$$

$$1.25 (b / ts) = 18.52941$$

TERNYATA :

$$L / h > 1.25 (b / ts)$$

KONSTRUKSI STATIS TAKTENTU (Y / N) :N

STATIS TERTENTU

$$c1 = (L h) / (b ts) = 293.5065$$

$$c2 = .63 (E / T_{ijin}) = 826.875$$

DIBERI PENGAKU SAMPING (Y / N) :N

TIDAK DIBERI PENGAKU SAMPING

$$T_{kip1} = 1600$$

$$\begin{aligned} T_{kip2} &= T_{ijin} - ((c1-250)/(c2-250)) 0.3 T_{ijin} \\ &= 1563.8 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_{kip3} &= (c2/c1) 0.7 T_{ijin} \\ &= 3155.297 \end{aligned}$$

PILIH T_{kip} YANG TERKECIL, HARUS MEMENUHI SYARAT:

$$T_{kip} = 1563.8 \quad \text{TERKECIL}$$

$$T_{kip \text{ ijin}} = .042 c1 c2 (tb/h)^3 T_{ijin} = 1131.936$$

$$T_{kip} = 1131.936 \quad \text{YANG DIPAKAI}$$

$$\begin{aligned} \text{Teta} &= 5 T_{ijin} / (T_{kip} (8 - 3(Mx1/Mx2))) \\ &= 1.087313 \end{aligned}$$

$$w_x = 1.185783$$

$$w_y = 1.231945$$

$$w_{maks} = 1.231945$$

APAKAH KOLOM PORTAL BERGOYANG (Y/N) : N

$$\begin{aligned} n_x &= (3.143^2 E A) / (N L_x^2) \\ &= 14.64383 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} n_y &= (3.143^2 E A) / (N L_y^2) \\ &= 11.8786 \end{aligned}$$

$$B_x = 0.6 + 0.4 (M_{x1} / M_{x2}) = .8 > 0.6 \quad \text{Ok.}$$

$$B_y = 0.6 + 0.4 * (M_{y1} / M_{y2}) = .7333334 > 0.6$$

$$T_{ijin} = T_1 / 1.5 = 1600$$

HARUS MEMENUHI SYARAT :

$$\begin{aligned} T_1 &= w_{maks} N/A + B_x T T (n_x / (n_x - 1)) M_x / W_x \\ &\quad + B_y (n_y / (n_y - 1)) M_y / W_y \\ &= 1422.513 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} T_2 &= N/A + T T M_x / W_x + M_y / W_y \\ &= 1361.13 \end{aligned}$$

$$T_1 = 1422.513 < T_{ijin} = 1600$$

$$T_2 = 1361.13 < T_{ijin} = 1600$$

TEGANGAN TERBESAR YANG TERJADI (T) = 1422.513

TERNYATA TEGANGAN TEKUK < TEGANGAN IJIN

$$\frac{\text{TEGANGAN IJIN} - \text{TEGANGAN TEKUK}}{\text{TEGANGAN IJIN}} \times 100 \%$$

$$= \frac{1600 - 1422.513}{1600} \times 100 \%$$

$$= 11.09297 \%$$

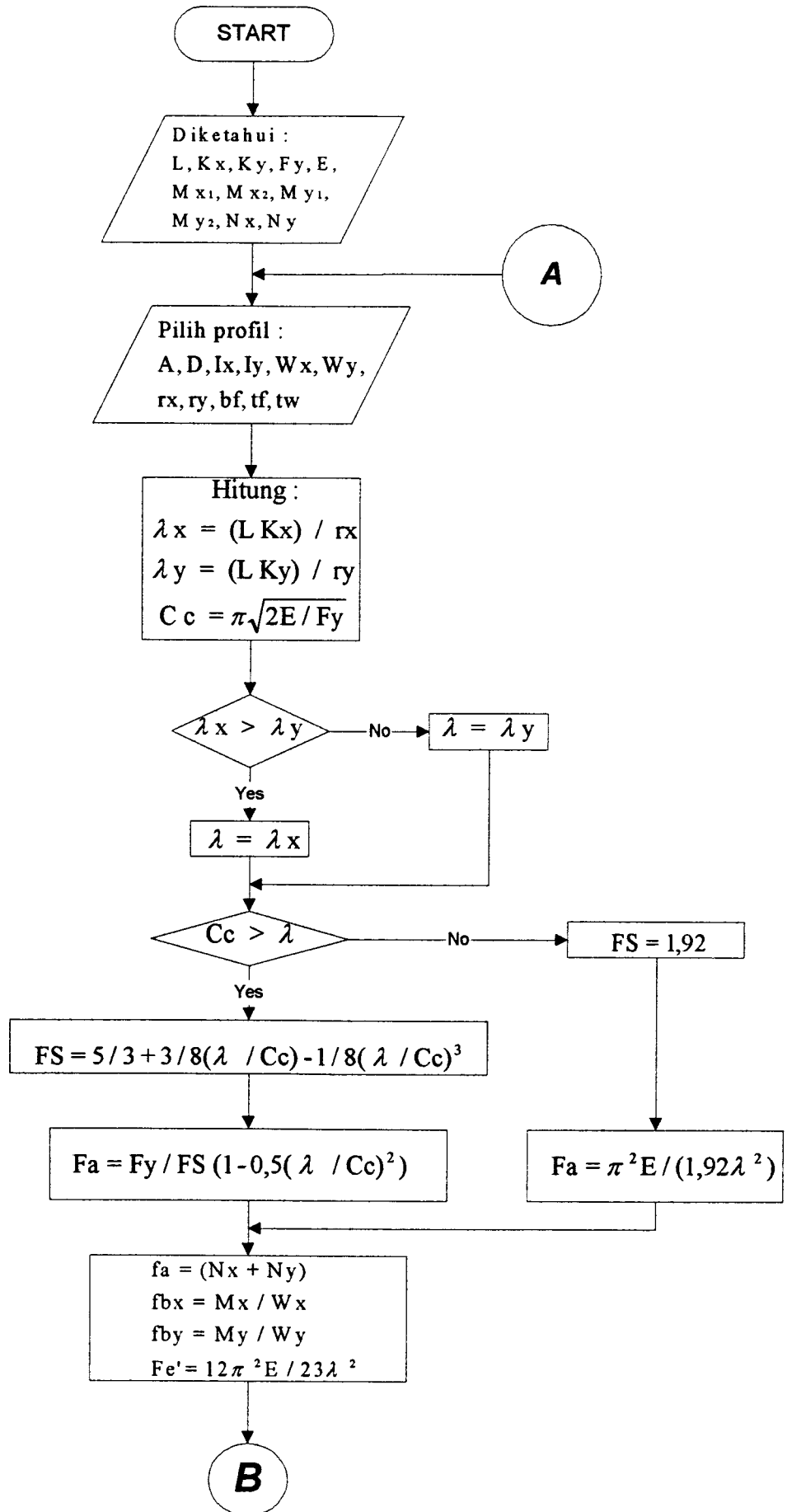
TERNYATA : 11.09297 % > 10 % KURANG EKONOMIS

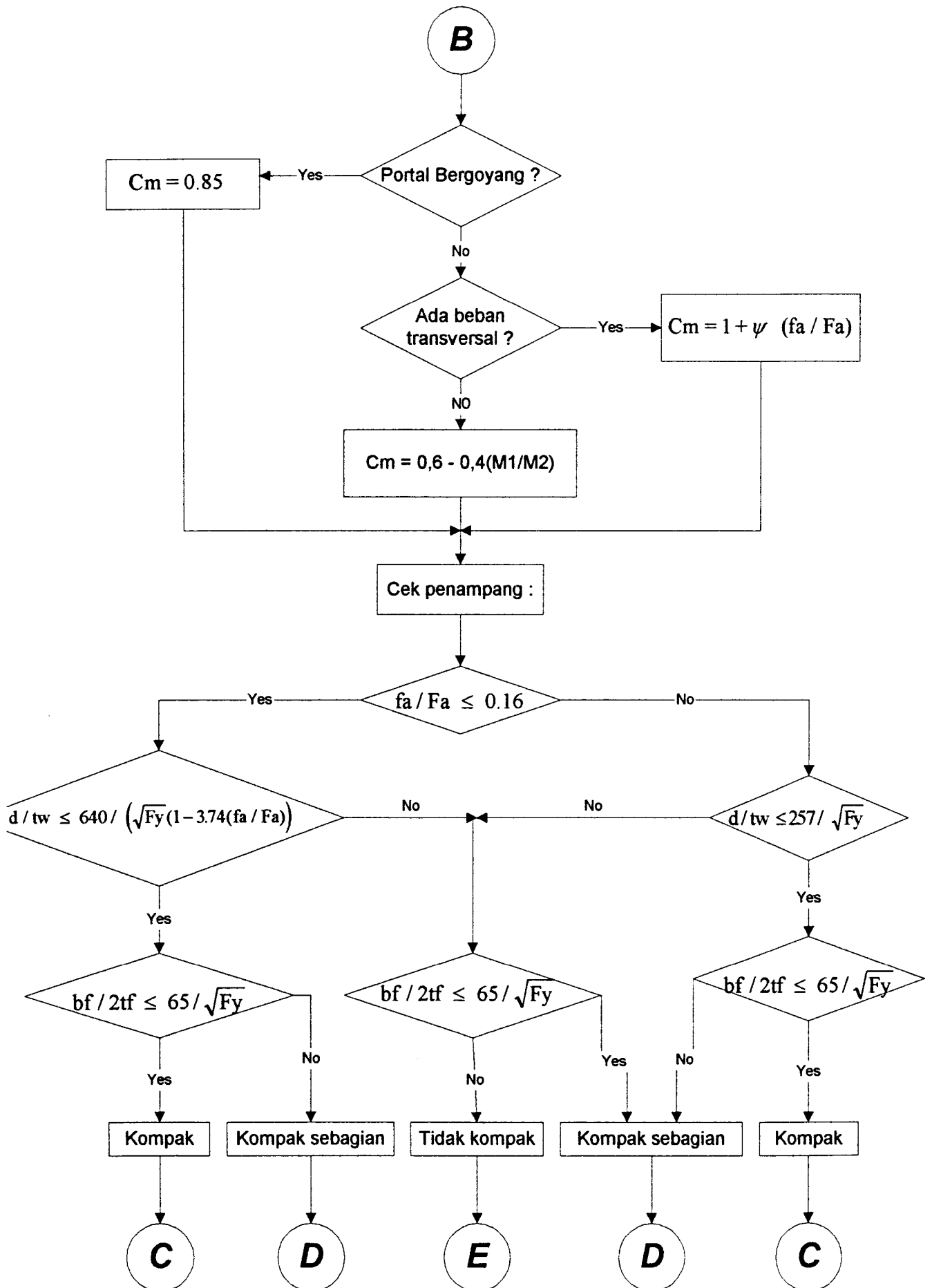
APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) =N

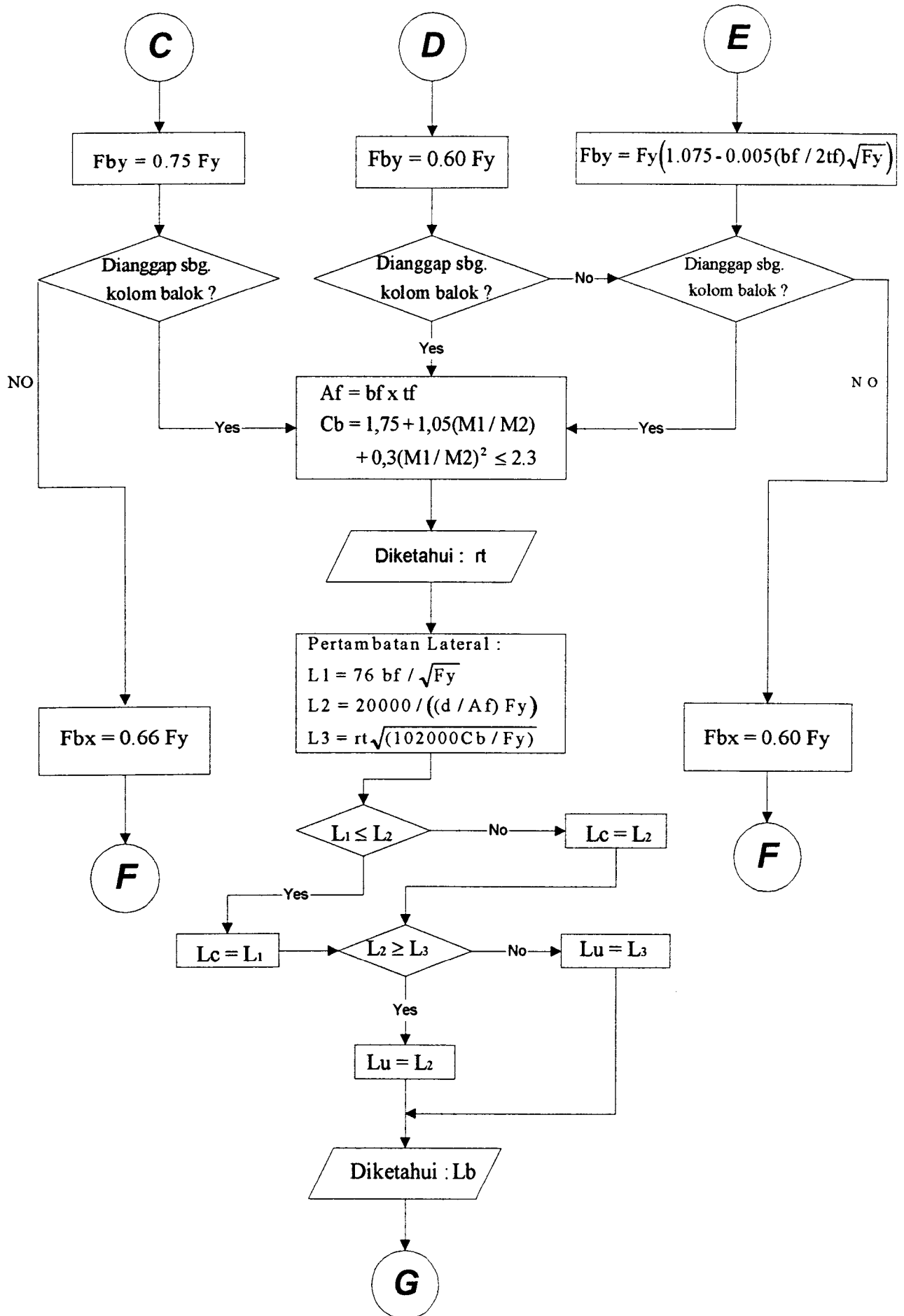
PROFIL WF 10 X 60 AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK

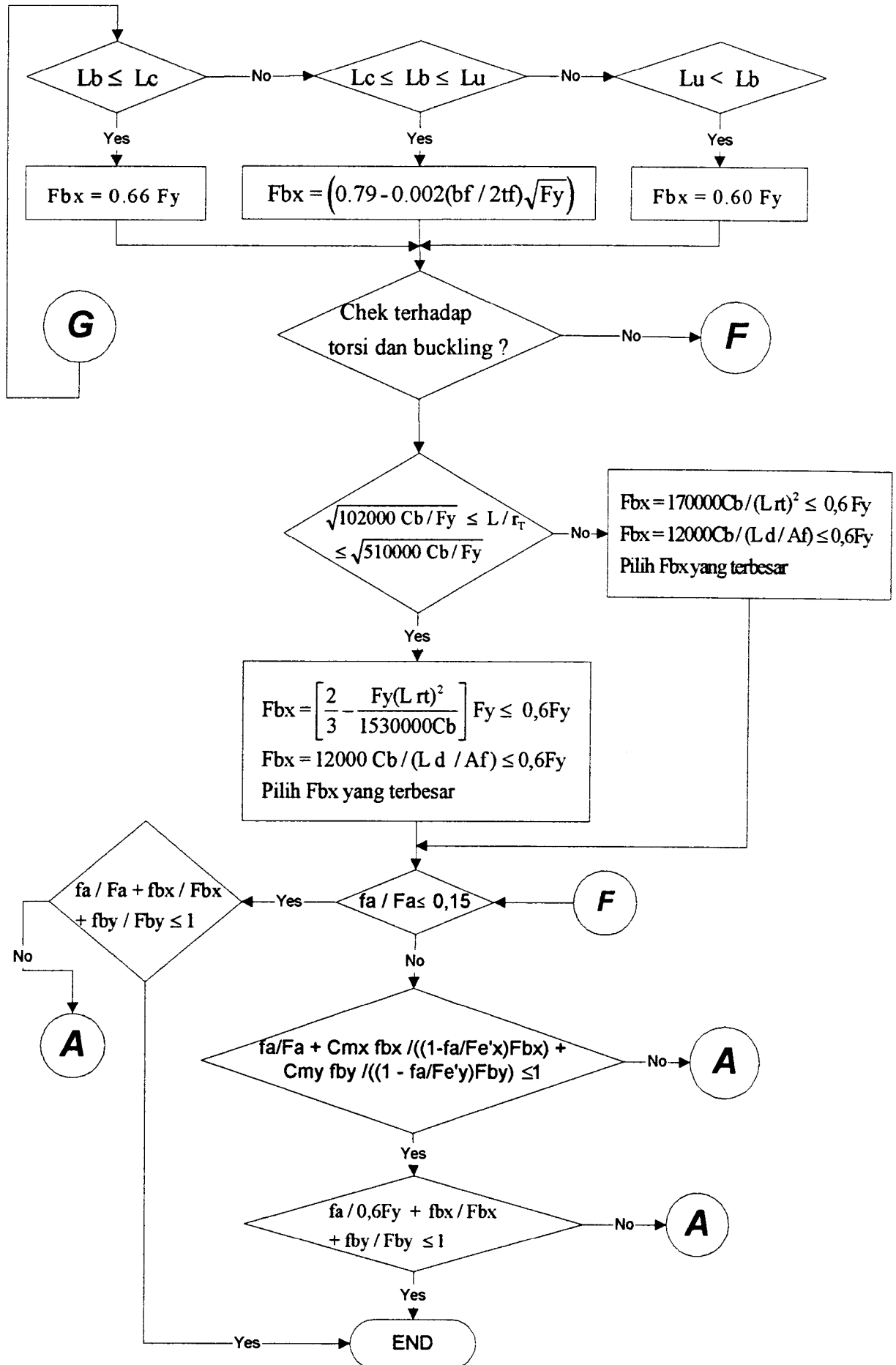
Ok

Flow Chart Perencanaan Kolom Portal Menurut AISC









```

10 PRINT
20 PRINT "*****"
30 PRINT "*"
40 PRINT "*"
50 PRINT "*****"
60 PRINT :PRINT "PENYELESAIAN :":PRINT
70 INPUT "PANJANG KOLOM L (cm) : " : L
80 INPUT "MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS X Mx1 (Kg cm) : " : MX1
90 INPUT "MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS X Mx2 (Kg cm) : " : MX2
100 INPUT "MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS Y My1 (Kg cm) : " : MY1
110 INPUT "MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS Y My2 (Kg cm) : " : MY2
120 INPUT "FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X Kx : " : KX
130 INPUT "FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y Ky : " : KY
140 INPUT "GAYA AKSIAL ARAH X Nx (Kg) : " : NX
150 INPUT "GAYA AKSIAL ARAH Y Ny (Kg) : " : NY
160 INPUT "TEGANGAN LELEH Fy (Kg/cm2) : " : FY
170 INPUT "MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm2) : " : E
180 PRINT :INPUT "PILIH PROFIL : " : N$
190 INPUT "LUAS TAMPANG PROFIL A (inch^2) : " : A1
200 A = A1 * (2.54^2)
210 INPUT "MOMEN INERSIA Ix (inch^4) : " : I1
220 IX = I1 * (2.54^4)
230 INPUT "MOMEN INERSIA Iy (inch^4) : " : I2
240 IY = I2 * (2.54^4)
250 INPUT "MODULUS PENAMPANG Wx (inch^3) : " : W1
260 WX = W1 * (2.54^3)
270 INPUT "MODULUS PENAMPANG Wy (inch^3) : " : W2
280 WY = W2 * (2.54^3)
290 INPUT "TINGGI PROFIL D (inch) : " : D1
300 D = D1 * 2.54
310 INPUT "JARI-JARI GIRASI rx (inch) : " : I3
320 RX = I3 * 2.54
330 INPUT "JARI-JARI GIRASI ry (inch) : " : I4
340 RY = I4 * 2.54
350 INPUT "LEBAR SAYAP PROFIL bf (inch) : " : B1
360 BF = B1 * 2.54
370 INPUT "TEBAL SAYAP PROFIL tf (inch) : " : T1
380 TF = T1 * 2.54
390 INPUT "TEBAL BADAN PROFIL tw (inch) : " : T2
400 TW = T2 * 2.54
410 PRINT :LX = (L*KX)/RX
420 PRINT "Lx (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) : "
430 PRINT TAB(7);"L. Kx";TAB(15);L;TAB(21);"x";TAB(23);KX
440 PRINT TAB(4);"= ----- = ----- =" ;TAB(28);LX
450 PRINT TAB(8);"rx";TAB(18);RX
460 PRINT :LY = (L*KY)/RY
470 PRINT "Ly (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y) : "
480 PRINT TAB(7);"L. Ky";TAB(15);L;TAB(21);"x";TAB(23);KY
490 PRINT TAB(4);"= ----- = ----- =" ;TAB(28);LY
500 PRINT TAB(8);"ry";TAB(18);RY
510 PRINT : IF LX > LY THEN ELSE 540
520 PRINT "Ls =";LX
530 LS = LX : GOTO 560

```

```

540 LS = LY
550 PRINT "Ls =";LY
560 PRINT :CC = 3.14*SQR((2*E)/FY)
570 PRINT "Cc (BATAS KELANGSINGAN BATANG)"
580 PRINT "
590 PRINT "           $\frac{2E}{F_y}$ "
600 PRINT "          = 3.143 V ----- =";CC
610 PRINT "          Fy"
620 PRINT : IF LS > CC THEN ELSE 690
630 PRINT "TERNYATA Ls > Cc , TEKUK ELASTIS":PRINT
640 FS = 1.92
650 PRINT "FS =";FS:PRINT
660 FA = ((3.143^2)*E)/(1.92*(LS^2))
670 PRINT "Fa = 3.143^2 E / (1.92 Ls^2)";" Kg/cm^2"
680 PRINT "      =";FA;" Kg/cm^2 :PRINT :GOTO 1520
690 PRINT "TERNYATA Ls < Cc , TEKUK IN-ELASTIS":PRINT
700 FS = (5/3) + ((3/8)*(LS/CC)) - ((1/8)*((LS/CC)^3))
710 PRINT "FS = 5/3 + 3/8 (Ls/Cc) - 1/8 (Ls/Cc)^3"
720 PRINT "      =";FS:PRINT
730 FA = (FY/FS) * (1 - (.5 * ((LS/CC)^2)))
740 PRINT "Fa = Fy/FS (1 - 0.5 (Ls/Cc)^2)"
750 PRINT "      =";FA;" Kg/cm^2"
760 P = NX + NY : PRINT
770 PRINT "P = Nx + Ny =";NX;" +";NY;" =";P;" Kg"
780 FA1 = P / A : PRINT
790 PRINT "fa = P/A =";P;" / ";A;" =";FA1;" Kg/cm^2"
300 FBX1 = MX2 / WX : PRINT
310 PRINT "fbx = Mx / Wx =";MX2;" / ";WX;" =";FBX1;" Kg/cm^2"
320 FBY1 = MY2 / WY : PRINT
330 PRINT "fby = My / Wy =";MY2;" / ";WY;" =";FBY1;" Kg/cm^2"
340 FEX = (12*(3.143^2)*E)/(23*(LX^2)) : PRINT
350 PRINT "Fe`x = (12 3.143^2 E) / (23 Lx^2)"
360 PRINT "      =";FEX;" Kg/cm^2"
370 FEY = (12*(3.143^2)*E)/(23*(LY^2)) : PRINT
380 PRINT "Fe`y = (12 3.143^2 E) / (23 Ly^2)"
390 PRINT "      =";FEY;" Kg/cm^2":PRINT
900 PRINT "*****"
910 PRINT "* 1. KOLOM PORTAL BERGOYANG *"
920 PRINT "* 2. KOLOM PORTAL TIDAK BERGOYANG TANPA BEBAN *"
930 PRINT "*     TRANSVERSAL *"
940 PRINT "* 3. KOLOM PORTAL TIDAK BERGOYANG DENGAN BEBAN *"
950 PRINT "*     TRANSVERSAL *"
960 PRINT "*****"
370 PRINT :PRINT "PILIH NOMOR (SESUAI KONDISI KOLOMNYA) : "
980 PRINT :INPUT "PILIH 1, 2, ATAU 3 : ",J
990 IF J < 1 OR J > 3 THEN 970
1000 PRINT :ON J GOSUB 1020, 1070, 1230
1010 PRINT :GOTO 1290
1020 CMX = .85:PRINT
1030 PRINT "Cmx =";CMX
1040 CMY = .85:PRINT
1050 PRINT "Cmy =";CMY
1060 RETURN

```

```

1070 INPUT "APAKAH BATANG MENGALAMI KELENGKUNGAN TUNGGAL (Y/N) : ",K$
1080 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 1160
1090 PRINT :CMX = .6 - (.4*(MX1/MX2))
1100 PRINT "Cmx = 0.6 - 0.4 (Mx1/ Mx2)"
1110 PRINT "      =";CMX;"
1120 PRINT :CMY = .6 - (.4*(MY1/MY2))
1130 PRINT "Cmy = 0.6 - 0.4 (My1/ My2)"
1140 PRINT "      =";CMY;"
1150 RETURN
1160 PRINT :CMX = .6 + (.4*(MX1/MX2))
1170 PRINT "Cmx = 0.6 - 0.4 (Mx1/ Mx2)"
1180 PRINT "      =";CMX;"
1190 PRINT :CMY = .6 + (.4*(MY1/MY2))
1200 PRINT "Cmy = 0.6 - 0.4 (My1/ My2)"
1210 PRINT "      =";CMY;"
1220 RETURN
1230 INPUT "FAKTOR AMPLIFIKASI (Y) : ",Y
1240 CMX = 1 + (Y*(FA1/FEX)) : PRINT
1250 PRINT "Cmx = 1 + Y (fa / Fe`x) =";CMX
1260 CMY = 1 + (Y*(FA1/FEY)) : PRINT
1270 PRINT "Cmy = 1 + Y (fa / Fe`y) =";CMY
1280 RETURN
1290 PRINT "CEK PENAMPANG":PRINT
1300 CK1 = FA1/FY
1310 CK2 = D / TW
1320 CK3 = 257/SQR(FY/66.67)
1330 CK4 = 640/(((SQR(FY/66.67))*(1-(3.74*(FA1/FY))))))
1340 CK5 = BF/(2*TF)
1350 CK6 = 65/SQR(FY/66.67)
1360 IF CK1 > .16 THEN ELSE 1480
1370 PRINT "fa / Fy =";CK1;" > 0.16"
1380 PRINT :PRINT "d / tw =";CK2
1390 PRINT "      "
1400 PRINT "257 /  $\sqrt{V Fy}$  =";CK3
1410 IF CK2 <= CK3 THEN ELSE 1450
1420 PRINT "      "
1430 PRINT "d / tw < 257 /  $\sqrt{V Fy}$  "
1440 PRINT :GOTO 1590
1450 PRINT "      "
1460 PRINT "d / tw > 257 /  $\sqrt{V Fy}$  "
1470 PRINT :GOTO 1690
1480 PRINT "fa / Fy =";CK1;" < 0.16"
1490 PRINT :PRINT "d / tw =";CK2
1500 PRINT "      "
1510 PRINT "640 / ( $\sqrt{V Fy}$  (1-3.74 (fa / Fy))) =";CK4
1520 IF CK2 <= CK4 THEN ELSE 1560
1530 PRINT "      "
1540 PRINT "d/tw < 640 / ( $\sqrt{V Fy}$  (1-3.74 (fa / Fy)))"
1550 PRINT :GOTO 1590
1560 PRINT "      "
1570 PRINT "d/tw > 640 / ( $\sqrt{V Fy}$  (1-3.74 (fa / Fy)))"
1580 PRINT :GOTO 1690
1590 PRINT "bf / 2tf =";CK5

```

```

1600 PRINT "
1610 PRINT "65 / V Fy =" ; CK6
1620 IF CK5 <= CK6 THEN ELSE 1660
1630 PRINT "
1640 PRINT "bf / 2tf < 65 / V Fy "
1650 PRINT :GOTO 1790
1660 PRINT "
1670 PRINT "bf / 2tf > 65 / V Fy "
1680 PRINT :GOTO 1860
1690 PRINT "bf / 2tf =" ; CK5
1700 PRINT "
1710 PRINT "65 / V Fy =" ; CK6
1720 IF CK5 <= CK6 THEN ELSE 1760
1730 PRINT "
1740 PRINT "bf / 2tf < 65 / V Fy "
1750 PRINT :GOTO 1860
1760 PRINT "
1770 PRINT "bf / 2tf > 65 / V Fy "
1780 PRINT :GOTO 1950
1790 PRINT "PROFIL KOMPAK"
1800 PRINT :FBY = .75*FY
1810 PRINT "Fby = 0.75 Fy =" ;FBY:PRINT
1820 INPUT "APAKAH KOLOM DIANGGAP SEBAGAI BALOK (Y/T) : ",K$
1830 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 2020
1840 PRINT :FBX = .66*FY
1850 PRINT "Fbx = 0.66 Fy =" ;FBX :PRINT :GOTO 2960
1860 PRINT "PROFIL KOMPAK SEBAGIAN"
1870 PRINT :FBY = FY*(1.075-(.005*(BF/(2*TF))*(SQR(FY/66.67))))
1880 PRINT "
1890 PRINT "Fby = Fy (1.075 -0.005 (bf/(2tf) V Fy))"
1900 PRINT " =" ;FBY:PRINT
1910 INPUT "APAKAH KOLOM DIANGGAP SEBAGAI KOLOM BALOK (Y/T) : ",K$
1920 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 2020
1930 PRINT :FBX = .6*FY
1940 PRINT "Fbx = 0.6*FY =" ;FBX:PRINT :GOTO 2960
1950 PRINT "PROFIL TIDAK KOMPAK"
1960 PRINT :FBY = .6*FY
1970 PRINT "Fby = 0.6 Fy =" ;FBY:PRINT
1980 INPUT "APAKAH KOLOM DIANGGAP SEBAGAI BALOK (Y/T) : ",K$
1990 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 2020
2000 PRINT :FBX = .6*FY
2010 PRINT "Fbx = 0.6*FY =" ;FBX:PRINT :GOTO 2960
2020 PRINT
2030 PRINT "BILA KOLOM DIANGGAP SEBAGAI KOLOM BALOK"
2040 PRINT :PRINT "PERTAMBATAN LATERAL":PRINT
2050 AF = BF*TF
2060 PRINT "LUAS SAYAP PROFIL Af (cm^2) :";AF :PRINT
2070 INPUT "JARI-JARI GIRASI LUAS PENAMPANG TEKAN rt (inch) : ",RT1
2080 RT = RT1 * 2.54:PRINT
2090 INPUT "APAKAH BATANG MENGALAMI KELENGKUNGAN TUNGGAL (Y/N) : ",K$
2100 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 2180
2110 CB = 1.75 + (1.05*(MX1/MX2)) + (.3*((MX1/MX2)^2)):PRINT
2120 PRINT "Cb = 1.75 + 1.05 (Mx1/Mx2) + 0.3 (Mx1/Mx2)^2"

```

```

2130 IF CB <= 2.3 THEN ELSE 2150
2140 PRINT "   =";CB;" < 2.3":GOTO 2250
2150 PRINT "   =";CB;" > 2.3"
2160 CB = 2.3
2170 PRINT "Cb = 2.3 YANG DIPAKAI":GOTO 2250
2180 CB = 1.75 - (1.05*(MX1/MX2)) + (.3*((MX1/MX2)^2)):PRINT
2190 PRINT "Cb = 1.75 + 1.05 (Mx1/Mx2) + 0.3 (Mx1/Mx2)^2"
2200 IF CB <= 2.3 THEN ELSE 2220
2210 PRINT "   =";CB;" < 2.3":GOTO 2250
2220 PRINT "   =";CB;" > 2.3"
2230 CB = 2.3
2240 PRINT "Cb = 2.3  YANG DIPAKAI":PRINT
2250 PRINT :L1 = ((76*(BF/2.54))/(SQR(FY/66.67)))*2.54
2260 L2 = ((20*1000)/(((D*2.54)/AF)*(FY/66.67)))*2.54
2270 L3 = ((RT/2.54)*SQR((102*1000*CB)/(FY/66.67)))*2.54
2280 IF L1 <= L2 THEN ELSE 2310
2290 PRINT "PANJANG TANPA PENOPANG LATERAL MAX. Lc (cm) : ";L1
2300 LC = L1 :PRINT : GOTO 2330
2310 PRINT "PANJANG TANPA PENOPANG LATERAL MAX. Lc (cm) : ";L2
2320 PRINT : LC = L2
2330 IF L2 => L3 THEN ELSE 2360
2340 PRINT "PANJANG MAX. TANPA PENOPANG LATERAL Lu (cm) : ";L2
2350 LU = L2 : PRINT : GOTO 2380
2360 PRINT "PANJANG MAX. TANPA PENOPANG LATERAL Lu (cm) : ";L3
2370 LU = L3 : PRINT
2380 INPUT "PANJANG TANPA PENOPANG LATERAL Lb (cm) : ",LB
2390 PRINT :IF LB <= LC THEN ELSE 2420
2400 FBX = .66 * FY
2410 PRINT "Fbx = 0.66 Fy =";FBX:GOTO 2930
2420 IF LB < LU THEN ELSE 2450
2430 FBX = .6*FY
2440 PRINT "Fbx = 0,6 Fy =";FBX:GOTO 2930
2450 PRINT "CHEK TERHADAP TORSI DAN BUCKLING"
2460 L4 = (L/RT):PRINT
2470 PRINT "L / rt =";L4
2480 L5 = SQR((102*1000*CB)/(FY/66.67))
2490 PRINT " "
2500 PRINT "V((102.1000 Cb)/Fy) =";L5
2510 L6 = SQR((510*1000*CB)/(FY/66.67))
2520 PRINT " "
2530 PRINT "V((510.1000 Cb)/Fy) =";L6
2540 PRINT :IF L4 <= L6 THEN ELSE 2710
2550 PRINT " "
2560 PRINT "V ((102.1000 Cb)/Fy) < L/rt < V ((510.1000 Cb)/Fy)"
2570 PRINT
2580 FBX2= ((2/3)-(((FY/66.67)*(L/RT)^2)/(1530*1000*CB)))*FY
2590 PRINT "Fbx1 = ( 2/3 -((Fy (L/rt)^2)/(1530*1000 Cb))) Fy"
2600 PRINT "   =";FBX2:PRINT
2610 FBX3= ((12*1000*CB)/(L*D/AF))*66.67
2620 PRINT "Fbx2= (12*1000 Cb)/(L (d/af))"
2630 PRINT "   =";FBX3:PRINT
2640 IF FBX2 < FBX3 THEN ELSE 2680
2650 FBX = FBX3

```

```

2660 PRINT "Fbx =";FBX3;" YANG DIPAKAI"
2670 PRINT :GOTO 2860
2680 FBX = FBX2
2690 PRINT "Fbx =";FBX2;" YANG DIPAKAI"
2700 PRINT :GOTO 2860
2710 PRINT "
2720 PRINT "L/rt > V ((510.1000 Cb)/Fy)"
2730 PRINT
2740 FBX2= ((170*1000*CB)/((L/RT)^2))*66.67
2750 PRINT "Fbx1 = (170*1000 Cb)/((L/rt)^2)"
2760 PRINT " =";FBX2:PRINT
2770 FBX3= ((12*1000*CB)/(L*D/AF))*66.67
2780 PRINT "Fbx2 = (12*1000 Cb)/(L (D/af))"
2790 PRINT " =";FBX3:PRINT
2800 IF FBX2 < FBX3 THEN ELSE 2840
2810 FBX = FBX3
2820 PRINT "Fbx =";FBX3;" YANG DIPAKAI"
2830 PRINT :GOTO 2860
2840 FBX = FBX2
2850 PRINT "Fbx ="; FBX2;" YANG DIPAKAI"
2860 FBX4=.6*FY
2870 PRINT :IF FBX <= FBX4 THEN ELSE 2900
2880 PRINT "TERNYATA Fbx =";FBX;" < 0.60 Fy =";FBX4;" Ok."
2890 PRINT :GOTO 2960
2900 PRINT "TERNYATA Fbx =";FBX;" > 0.60 Fy"
2910 FBX = FBX4
2920 PRINT "Fbx =";FBX;" YANG DIPAKAI"
2930 SY = FA1/FA : PRINT
2940 IF SY > .15 THEN ELSE 3070
2950 PRINT "fa / Fa =";SY;" > 0.15"
2960 PRINT :F1 = (FA1/FA)
2970 F2 = (CMX*FBX1)/((1-(FA1/FEX))*FBX)
2980 F3 = (CMY*FBY1)/((1-(FA1/FEY))*FBY)
2990 P1 = F1 + F2 +F3
3000 PRINT "Pers.1 = (fa/Fa)+((Cmx.fbx)/(1-fa/Fe`x) Fbx))"
3010 PRINT " +((Cmy.fby)/(1-fa/Fe`y) Fby)"
3020 PRINT " =";P1:PRINT
3030 PRINT :P2=(FA1/(.6*FY))+(FBX1/FBX)+(FBY1/FBY)
3040 PRINT "Pers.2 = (fa/0,6Fy)+(fbx/Fbx)+(fby/Fby)"
3050 PRINT " =";P2:PRINT
3060 GOTO 3110
3070 P=(FA1/FY)+(FBX1/FBX)+(FBY1/FBY)
3080 PRINT "fa / Fa =";SY;" < 0.15":PRINT
3090 PRINT "Pers. = (fa/Fy)+(fbx/Fbx)+(fby/Fby)"
3100 PRINT " =";P:PRINT:GOTO 3160
3110 IF P1 > P2 THEN ELSE 3140
3120 PRINT "Pers. =";P1
3130 PRINT :P = P1 : GOTO 3160
3140 PRINT "Pers. =";P2
3150 P = P2
3160 PRINT :IF P > 1 THEN ELSE 3310
3170 PRINT "TERNYATA PERSAMAAN INTERAKSI > 1"
3180 PRINT :P3 = ((P - 1)/1)*100

```

```

190 PRINT TAB(3);P;TAB(13);"-";TAB(15);"1"
200 PRINT TAB(1);"= ----- x 100 %"
210 PRINT TAB(8);"1":PRINT
220 PRINT "=";P3;"%" : PRINT
230 IF P3 <= 5 THEN ELSE 3260
240 PRINT "TERNYATA :";P3;"%";" < 5 %";" MASIH BISA DIPAKAI"
250 PRINT : GOTO 3280
260 PRINT "TERNYATA :";P3;"%";" > 5 %" : PRINT
270 PRINT "PROFIL ";N$;" TIDAK AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK"
280 PRINT : INPUT "APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) :",K$
290 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 180
300 GOTO 3460
310 PRINT "TERNYATA PERSAMAAN INTERAKSI < 1"
320 PRINT :P4 = ((1 - P)/1)*100
330 PRINT TAB(3);1;TAB(6);"-";TAB(8);P
340 PRINT TAB(1);"= ----- x 100 %"
350 PRINT TAB(7);1
360 PRINT :PRINT "=";P4;"%"
370 PRINT
380 IF P4 <= 10 THEN ELSE 3410
390 PRINT "TERNYATA :";P4;"%";" < 10 %";" EKONOMIS"
400 PRINT : GOTO 3450
410 PRINT "TERNYATA :";P4;"%";" > 10 %";" KURANG EKONOMIS"
420 PRINT
430 INPUT "APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) =",K$
440 IF K$ = "Y" OR K$ = "y" THEN 180
450 PRINT :PRINT "PROFIL ";N$;" AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK"
460 PRINT : END

```


RUN

```

*****
*                PERENCANAAN KOLOM PORTAL                *
*                BERDASARKAN AISC                        *
*****

```

PENYELESAIAN :

```

PANJANG KOLOM L (cm) : 500
MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS X Mx1 (Kg cm) : 250000
MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS X Mx2 (Kg cm) : 500000
MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS Y My1 (Kg cm) : 20000
MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS Y My2 (Kg cm) : 60000
FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X Kx : 1
FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y Ky : 0.65
MAYA AKSIAL ARAH X Nx (Kg) : 40000
MAYA AKSIAL ARAH Y Ny (Kg) : 40000
TEGANGAN LELEH Fy (Kg/cm2) : 2400
MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm2) : 2100000

```

```

PILIH PROFIL : WF 10 X 49
LUAS TAMPANG PROFIL A (inch^2) : 14.4
MOMEN INERSIA Ix (inch^4) : 272
MOMEN INERSIA Iy (inch^4) : 93.4
MODULUS PENAMPANG Wx (inch^3) : 54.6
MODULUS PENAMPANG Wy (inch^3) : 18.7
TINGGI PROFIL D (inch) : 9.98
JARI-JARI GIRASI rx (inch) : 4.53
JARI-JARI GIRASI ry (inch) : 2.54
LEBAR SAYAP PROFIL bf (inch) : 10.0
TEBAL SAYAP PROFIL tf (inch) : 0.56
TEBAL BADAN PROFIL tw (inch) : 0.34

```

$$L_x \text{ (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) :}$$

$$= \frac{L \cdot K_x}{r_x} = \frac{500 \times 1}{11.5062} = 43.45483$$

$$L_y \text{ (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y) :}$$

$$= \frac{L \cdot K_y}{r_y} = \frac{500 \times .65}{6.4516} = 50.37511$$

$$L_s = 50.37511$$

Cc (BATAS KELANGSINGAN BATANG)

$$= 3.143 \sqrt{\frac{2E}{F_y}} = 131.3556$$

TERNYATA $L_s < C_c$, TEKUK IN-ELASTIS

$$FS = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} (L_s/C_c) - \frac{1}{8} (L_s/C_c)^3$$

$$= 1.803429$$

$$F_a = F_y/FS (1 - 0.5 (L_s/C_c)^2)$$

$$= 1232.935 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P = N_x + N_y = 40000 + 40000 = 80000 \text{ Kg}$$

$$f_a = P/A = 80000 / 92.90303 = 861.1129 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_{bx} = M_x / W_x = 500000 / 894.7336 = 558.8256 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_{by} = M_y / W_y = 60000 / 306.4381 = 195.7981 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_e'x = (12 \cdot 3.143^2 E) / (23 L_x^2)$$

$$= 5731.725 \text{ Kg/cm}^2$$

$$F_e'y = (12 \cdot 3.143^2 E) / (23 L_y^2)$$

$$= 4265.104 \text{ Kg/cm}^2$$

```
*****
* 1. KOLOM PORTAL BERGOYANG *
* 2. KOLOM PORTAL TIDAK BERGOYANG TANPA BEBAN *
*   TRANSVERSAL *
* 3. KOLOM PORTAL TIDAK BERGOYANG DENGAN BEBAN *
*   TRANSVERSAL *
*****
```

PILIH NOMOR (SESUAI KONDISI KOLOMNYA) :

PILIH 1, 2, ATAU 3 : 2

APAKAH BATANG MENGALAMI KELENGKUNGAN TUNGGAL (Y/N) : N

$$C_{mx} = 0.6 - 0.4 (M_{x1} / M_{x2})$$

$$= .4$$

$$C_{my} = 0.6 - 0.4 (M_{y1} / M_{y2})$$

$$= .4666667$$

CEK PENAMPANG

$$f_a / F_y = .3587971 > 0.16$$

$$d / t_w = 29.35294$$

$$257 / \sqrt{F_y} = 42.83441$$

$$d / t_w < 257 / \sqrt{F_y}$$

$$bf / 2tf = 8.928572$$

$$65 / \sqrt{F_y} = 10.83361$$

$$bf / 2tf < 65 / \sqrt{F_y}$$

PROFIL KOMPAK

$$F_{by} = 0.75 F_y = 1800$$

APAKAH KOLOM DIANGGAP SEBAGAI BALOK (Y/T) : Y

BILA KOLOM DIANGGAP SEBAGAI KOLOM BALOK

PERTAMBATAN LATERAL

$$\text{LUAS SAYAP PROFIL } A_f \text{ (cm}^2\text{)} : 36.12896$$

$$\text{JARI-JARI GIRASI LUAS PENAMPANG TEKAN } r_t \text{ (inch)} : 2.74$$

APAKAH BATANG MENGALAMI KELENGKUNGAN TUNGGAL (Y/N) : N

$$\begin{aligned} C_b &= 1.75 + 1.05 (M_{x1}/M_{x2}) + 0.3 (M_{x1}/M_{x2})^2 \\ &= 2.35 > 2.3 \end{aligned}$$

$C_b = 2.3$ YANG DIPAKAI

$$\text{PANJANG TANPA PENOPANG LATERAL MAX. } L_c \text{ (cm)} : 321.7414$$

$$\text{PANJANG MAX. TANPA PENOPANG LATERAL } L_u \text{ (cm)} : 791.8455$$

$$\text{PANJANG TANPA PENOPANG LATERAL } L_b \text{ (cm)} : 500$$

$$F_{bx} = 0,6 F_y = 1440$$

$$f_a / F_a = .6984251 > 0.15$$

$$\begin{aligned} \text{Pers.1} &= (f_a/F_a) + ((C_{mx} \cdot f_{bx}) / (1 - f_a/F_{e^x}) F_{bx}) \\ &\quad + ((C_{my} \cdot f_{by}) / (1 - f_a/F_{e^y}) F_{by}) \\ &= .9447025 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pers.2} &= (f_a/0,6F_y) + (f_{bx}/F_{bx}) + (f_{by}/F_{by}) \\ &= 1.094845 \end{aligned}$$

$$\text{Pers.} = 1.094845$$

TERNYATA PERSAMAAN INTERAKSI > 1

$$= \frac{1.094845 - 1}{1} \times 100 \%$$

$$= 9.484506 \%$$

TERNYATA : 9.484506 % > 5 %

PROFIL WF 10 X 49 TIDAK AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK

APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) :Y

PILIH PROFIL	:	WF 10 X 54
LUAS TAMPANG PROFIL A (inch ²)	:	15.8
MOMEN INERSIA Ix (inch ⁴)	:	303
MOMEN INERSIA Iy (inch ⁴)	:	103
MODULUS PENAMPANG Wx (inch ³)	:	60
MODULUS PENAMPANG Wy (inch ³)	:	20.6
TINGGI PROFIL D (inch)	:	10.09
JARI-JARI GIRASI rx (inch)	:	4.37
JARI-JARI GIRASI ry (inch)	:	2.56
LEBAR SAYAP PROFIL bf (inch)	:	10.03
TEBAL SAYAP PROFIL tf (inch)	:	0.615
TEBAL BADAN PROFIL tw (inch)	:	0.37

Lx (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) :

$$= \frac{L \cdot K_x}{r_x} = \frac{500 \times 1}{11.0998} = 45.04586$$

Ly (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y) :

$$= \frac{L \cdot K_y}{r_y} = \frac{500 \times .65}{6.5024} = 49.98155$$

Ls = 49.98155

Cc (BATAS KELANGSINGAN BATANG)

$$= 3.143 \sqrt{\frac{2E}{F_y}} = 131.3556$$

TERNYATA Ls < Cc , TEKUK IN-ELASTIS

$$F_s = \frac{5}{3} + \frac{3}{8} (L_s/C_c) - \frac{1}{8} (L_s/C_c)^3 = 1.80247$$

$$F_a = F_y / F_s (1 - 0.5 (L_s/C_c)^2) = 1235.116 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P = N_x + N_y = 40000 + 40000 = 80000 \text{ Kg}$$

$$f_a = P/A = 80000 / 101.9353 = 784.8118 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_{bx} = M_x / W_x = 500000 / 983.2238 = 508.5313 \text{ Kg/cm}^2$$

$$f_{by} = M_y / W_y = 60000 / 337.5735 = 177.7391 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Fe^x = (12 \cdot 3.143^2 E) / (23 Lx^2) \\ = 5333.984 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Fe^y = (12 \cdot 3.143^2 E) / (23 Ly^2) \\ = 4332.535 \text{ Kg/cm}^2$$

```
*****
* 1. KOLOM PORTAL BERGOYANG *
* 2. KOLOM PORTAL TIDAK BERGOYANG TANPA BEBAN *
*   TRANSVERSAL *
* 3. KOLOM PORTAL TIDAK BERGOYANG DENGAN BEBAN *
*   TRANSVERSAL *
*****
```

PILIH NOMOR (SESUAI KONDISI KOLOMNYA) :

PILIH 1, 2, ATAU 3 : 2

APAKAH BATANG MENGALAMI KELENGKUNGAN TUNGGAL (Y/N) : N

$$Cmx = 0.6 - 0.4 (Mx1 / Mx2) \\ = .4$$

$$Cmy = 0.6 - 0.4 (My1 / My2) \\ = .4666667$$

CEK PENAMPANG

$$fa / Fy = .3270049 > 0.16$$

$$d / tw = 27.27027$$

$$257 / \sqrt{Fy} = 42.83441$$

$$d / tw < 257 / \sqrt{Fy}$$

$$bf / 2tf = 8.154471$$

$$65 / \sqrt{Fy} = 10.83361$$

$$bf / 2tf < 65 / \sqrt{Fy}$$

PROFIL KOMPAK

$$Fby = 0.75 Fy = 1800$$

APAKAH KOLOM DIANGGAP SEBAGAI BALOK (Y/T) : Y

BILA KOLOM DIANGGAP SEBAGAI KOLOM BALOK

PERTAMBATAN LATERAL

LUAS SAYAP PROFIL A_f (cm²) : 39.79637

JARI-JARI GIRASI LUAS PENAMPANG TEKAN r_t (inch) : 2.75

APAKAH BATANG MENGALAMI KELENGKUNGAN TUNGGAL (Y/N) : N

$$C_b = 1.75 + 1.05 (M_{x1}/M_{x2}) + 0.3 (M_{x1}/M_{x2})^2$$

$$= 2.35 > 2.3$$

$C_b = 2.3$ YANG DIPAKAI

PANJANG TANPA PENOPANG LATERAL MAX. L_c (cm) : 322.7066

PANJANG MAX. TANPA PENOPANG LATERAL L_u (cm) : 862.7158

PANJANG TANPA PENOPANG LATERAL L_b (cm) : 500

$$F_{bx} = 0,6 F_y = 1440$$

$$f_a / F_a = .6354156 > 0.15$$

$$\text{Pers.1} = (f_a/F_a) + ((C_{mx}.f_{bx})/(1-f_a/F_e^x) F_{bx})$$

$$+ ((C_{my}.f_{by})/(1-f_a/F_e^y) F_{by})$$

$$= .8573181$$

$$\text{Pers.2} = (f_a/0,6F_y) + (f_{bx}/F_{bx}) + (f_{by}/F_{by})$$

$$= .9968988$$

$$\text{Pers.} = .9968988$$

TERNYATA PERSAMAAN INTERAKSI < 1

$$= \frac{1 - .9968988}{1} \times 100 \%$$

$$= .310123 \%$$

TERNYATA : .310123 % < 10 % EKONOMIS

PROFIL WF 10 X 54 AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK

Ok

RUN

 * PERENCANAAN KOLOM PORTAL *
 * BERDASARKAN AISC *

PENYELESAIAN :

PANJANG KOLOM L (cm) : 500
 MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS X Mx1 (Kg cm) : 250000
 MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS X Mx2 (Kg cm) : 500000
 MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS Y My1 (Kg cm) : 20000
 MOMEN UJUNG KOLOM TEGAK LURUS Y My2 (Kg cm) : 60000
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH X Kx : 1
 FAKTOR PANJANG TEKUK ARAH Y Ky : 0.65
 GAYA AKSIAL ARAH X Nx (Kg) : 40000
 GAYA AKSIAL ARAH Y Ny (Kg) : 40000
 TEGANGAN LELEH Fy (Kg/cm2) : 2400
 MODULUS ELASTIS BAJA E (Kg/cm2) : 2100000

PILIH PROFIL : WF 10 X 60
 LUAS TAMPANG PROFIL A (inch²) : 17.6
 MOMEN INERSIA Ix (inch⁴) : 341
 MOMEN INERSIA Iy (inch⁴) : 116
 MODULUS PENAMPANG Wx (inch³) : 66.7
 MODULUS PENAMPANG Wy (inch³) : 23
 TINGGI PROFIL D (inch) : 10.22
 JARI-JARI GIRASI rx (inch) : 4.39
 JARI-JARI GIRASI ry (inch) : 2.57
 LEBAR SAYAP PROFIL bf (inch) : 10.08
 TEBAL SAYAP PROFIL tf (inch) : 0.68
 TEBAL BADAN PROFIL tw (inch) : 0.42

$$L_x \text{ (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU X) :}$$

$$= \frac{L \cdot K_x}{r_x} = \frac{500 \times 1}{11.1506} = 44.84064$$

$$L_y \text{ (KELANGSINGAN BATANG ARAH SUMBU Y) :}$$

$$= \frac{L \cdot K_y}{r_y} = \frac{500 \times .65}{6.5278} = 49.78707$$

$$L_s = 49.78707$$

Cc (BATAS KELANGSINGAN BATANG)

$$= 3.143 \sqrt{\frac{2E}{F_y}} = 131.3556$$

TERNYATA $L_s < C_c$, TEKUK IN-ELASTIS

$$FS = 5/3 + 3/8 (Ls/Cc) - 1/8 (Ls/Cc)^3$$

$$= 1.801995$$

$$Fa = Fy/FS (1 - 0.5 (Ls/Cc)^2)$$

$$= 1236.19 \text{ Kg/cm}^2$$

$$P = Nx + Ny = 40000 + 40000 = 80000 \text{ Kg}$$

$$fa = P/A = 80000 / 113.5482 = 704.5469 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fbx = Mx / Wx = 500000 / 1093.017 = 457.4495 \text{ Kg/cm}^2$$

$$fby = My / Wy = 60000 / 376.9024 = 159.1924 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Fe^x = (12 \cdot 3.143^2 E) / (23 Lx^2)$$

$$= 5382.92 \text{ Kg/cm}^2$$

$$Fe^y = (12 \cdot 3.143^2 E) / (23 Ly^2)$$

$$= 4366.449 \text{ Kg/cm}^2$$

 * 1. KOLOM PORTAL BERGOYANG *
 * 2. KOLOM PORTAL TIDAK BERGOYANG TANPA BEBAN *
 * TRANSVERSAL *
 * 3. KOLOM PORTAL TIDAK BERGOYANG DENGAN BEBAN *
 * TRANSVERSAL *

PILIH NOMOR (SESUAI KONDISI KOLOMNYA) :

PILIH 1, 2, ATAU 3 : 2

APAKAH BATANG MENGALAMI KELENGKUNGAN TUNGGAL (Y/N) : N

$$Cmx = 0.6 - 0.4 (Mx1/ Mx2)$$

$$= .4$$

$$Cmy = 0.6 - 0.4 (My1/ My2)$$

$$= .4666667$$

CEK PENAMPANG

$$fa / Fy = .2935612 > 0.16$$

$$d / tw = 24.33334$$

$$257 / \sqrt{Fy} = 42.83441$$

$$d / tw < 257 / \sqrt{Fy}$$

$$b_f / 2t_f = 7.411764$$

$$65 / \sqrt{F_y} = 10.83361$$

$$b_f / 2t_f < 65 / \sqrt{F_y}$$

PROFIL KOMPAK

$$F_{by} = 0.75 F_y = 1800$$

APAKAH KOLOM DIANGGAP SEBAGAI BALOK (Y/T) : Y

BILA KOLOM DIANGGAP SEBAGAI BALOK

PERTAMBATAN LATERAL

$$\text{LUAS SAYAP PROFIL } A_f \text{ (cm}^2\text{)} : 44.22185$$

$$\text{JARI-JARI GIRASI LUAS PENAMPANG TEKAN } r_t \text{ (inch)} : 2.77$$

APAKAH BATANG MENGALAMI KELENGKUNGAN TUNGGAL (Y/N) : N

$$C_b = 1.75 + 1.05 (M_{x1}/M_{x2}) + 0.3 (M_{x1}/M_{x2})^2$$

$$= 2.35 > 2.3$$

$C_b = 2.3$ YANG DIPAKAI

$$\text{PANJANG TANPA PENOPANG LATERAL MAX. } L_c \text{ (cm)} : 324.3153$$

$$\text{PANJANG MAX. TANPA PENOPANG LATERAL } L_u \text{ (cm)} : 946.4583$$

$$\text{PANJANG TANPA PENOPANG LATERAL } L_b \text{ (cm)} : 500$$

$$F_{bx} = 0.6 F_y = 1440$$

$$f_a / F_a = .5699341 > 0.15$$

$$\begin{aligned} \text{Pers.1} &= (f_a/F_a) + ((C_{mx} \cdot f_{bx}) / (1 - f_a/F_{e'x}) F_{bx}) \\ &\quad + ((C_{my} \cdot f_{by}) / (1 - f_a/F_{e'y}) F_{by}) \\ &= .7653524 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Pers.2} &= (f_a/0.6F_y) + (f_{bx}/F_{bx}) + (f_{by}/F_{by}) \\ &= .8953821 \end{aligned}$$

$$\text{Pers.} = .8953821$$

TERNYATA PERSAMAAN INTERAKSI < 1

$$= \frac{1 - .8953821}{1} \times 100 \%$$

$$= 10.46179 \%$$

TERNYATA : 10.46179 % > 10 % KURANG EKONOMIS

APAKAH PROFIL AKAN DIGANTI (Y/N) =N

PROFIL WF 10 X 60 AMAN TERHADAP BAHAYA TEKUK

Ok

6.2. Pembahasan

Secara umum perencanaan kolom atau batang tekan antara PPBBG '87 dan AISC mempunyai beberapa kesamaan dan juga beberapa perbedaan sebagai berikut :

1. Faktor keamanan terhadap tekuk.

PPBBG '87 : memakai faktor tekuk (ω).

- Untuk $\lambda_s \leq 0,183$ maka $\omega = 1$

- Untuk $0,183 < \lambda_s < 1$ maka $\omega = \frac{1,41}{1,593 - \lambda_s}$

- Untuk $\lambda_s \geq 1$ maka $\omega = 2,381 \lambda_s^2$

AISC : memakai faktor keamanan FS.

- Untuk $C_c \leq \lambda \leq 200$ (tekuk elastis) maka FS = 1,92

- Untuk $C_c > \lambda$ (tekuk in-elastis) maka FS = $\frac{5}{3} + \frac{3\lambda}{8C_c} - \frac{1}{8} \left[\frac{\lambda}{C_c} \right]^3$

2. Tegangan tekuk yang diijinkan .

PPBBG '87 : $\sigma = \omega N/A$

AISC : $F_a = \frac{\pi^2 E}{1,92 \lambda^2}$ (tekuk elastis)

$F_a = \frac{F_y}{F_s} \left[1 - 0,5 \left(\frac{\lambda}{C_c} \right)^2 \right]$ (tekuk in-elastis)

3. Angka kelangsingan batas

PPBBG '87 : $\lambda_g = \pi \sqrt{\frac{E}{0,7 F_y}}$

AISC : $C_c = \pi \sqrt{\frac{E}{0,5 F_y}}$

4. Panjang tekuk berdasarkan koefisien tekuk K tergantung pada :

PPBBG '87 :

- Keadaan tahanan ujung-ujung batang.
- Interaksi kekakuan balok-kolom pada titik pertemuannya pada portal kaku.

AISC :

- Keadaan tahanan ujung-ujung batang.
- Interaksi kekakuan balok-kolom pada titik pertemuannya pada portal kaku.

5. Pada kolom dengan gaya tekan sentris untuk batang tunggal :

PPBBG '87 :

- Menghitung sayap dan badan profil dari bahaya lipat.

AISC :

- Tidak menghitung bahaya tekuk karena pada tabel profil AISC bab III karena profil telah diperhitungkan dari bahaya lipat.

6. Pada kolom dengan gaya tekan sentris untuk batang tersusun :

PPBBG '87 :

- Menghitung tegangan ijin tekuk untuk sumbu x dan sumbu y .

AISC :

- Menghitung tegangan ijin tekuk hanya untuk angka kelangsingan yang besar.

7. Pada portal, dimana kolom-kolomnya mendapat beban lentur dua arah :

PPBBG '87 :

- Memakai faktor amplifikasi θ , untuk mencegah terjadinya lateral torsional buckling.

AISC :

- Memakai faktor amplifikasi ψ dan C_m untuk mencegah terjadinya bahaya tekuk setempat akibat torsi kolom ditinjau kolom-balok.

8. Tegangan lentur yang diijinkan :

PPBBG '87 :

- Dipakai tegangan ijin dasar yang sama, yaitu tegangan leleh dibagi 1,5.
- Menghitung tegangan terjadi harus lebih kecil dari Tegangan ijin dasar.

AISC :

- Tegangan ijin lentur bervariasi antara 0,6 - 0,75 kali tegangan leleh.
- Menghitung Tegangan yang terjadi dengan memakai persamaan interaksi yang harus kecil dari 1.

6.2.1. Perencanaan Kolom atau Batang Tekan

1. Perencanaan kolom atau batang tekan adalah proses tidak langsung, yang dilakukan dengan mencoba dan memeriksa (trial and error), sampai diperoleh penampang yang memenuhi tiga syarat, yaitu : dari segi stabilitas, kekuatan dan ekonomis.
2. Ada dua faktor penting yang kita perlukan dalam menentukan penampang percobaan, yaitu :
 - a) Jari-jari inersia (i), berhubungan dengan stabilitas tekuk batang.
 - b) Luas penampang batang (A), saling berhubungan dengan jari-jari inersia dan menentukan kekuatan batang.
3. Secara menyeluruh, perencanaan kolom atau batang tekan dapat dibagi dalam lima langkah sebagai berikut :
 - a) Menentukan gaya-gaya yang bekerja pada kolom, termasuk momen yang ditimbulkan oleh adanya eksentrisitas titik tangkap gaya normal.

- b) Menentukan panjang tekuk batang, dengan melihat keadaan ujung-ujung batang dan sokongan pada titik-titik sepanjang batang, kemudian menentukan penampang percobaan berdasarkan i dan A yang didapat, seperti yang telah diuraikan di atas.
- c) Menghitung kelangsingan batang dalam kedua arah sumbu-sumbunya, dengan λ yang terbesar kita peroleh ω maksimum.
- d) Menghitung tegangan-tegangan yang bekerja dan tegangan yang diijinkan.
- e) Membandingkan tegangan-tegangan di atas, sampai didapatkan tegangan kerja lebih kecil atau sama dengan tegangan ijin.

Hasil analisa pada kolom baja ditabelkan sebagai berikut :

Tabel 6.1. Tegangan Ijin Tekuk dan Tegangan Terjadi pada Kolom dengan Gaya Tekan Sentris (Batang Tunggal)

Profil	σ terjadi (N/A) (kg/cm ²)	PPBBG '87	AISC	Keterangan
		$\bar{\sigma}$ tek (kg/cm ²)	$\bar{\sigma}$ tek (kg/cm ²)	
WF 14 X 74	1279,8190	1320,8580	1248,0050	Fy = 36 Ksi Beban = 180 t Panjang = 6 m
WF 14 X 82	1157,6790	1320,8580	1248,0050	
WF 16 X 77	1234,5160	1318,8870	1246,9610	

Tabel 6.2. Tegangan Ijin Tekuk dan Tegangan Terjadi pada Kolom dengan Gaya Tekan Sentris (Batang Tersusun)

Profil tersusun 2C 12 x 30	$\sigma = N/A$ (kg/cm ²)	PPBBG '87	AISC	Keterangan
		$\bar{\sigma}$ tek (kg/cm ²)	$\bar{\sigma}$ tek (kg/cm ²)	
melintang (130 t)	1142,2930	1175,2880	1207,6600	Fy = 36 Ksi Panjang = 5 m
diagonal (140 t)	1230,1610	1225,1110	1207,6600	

Tabel 6.3. Tegangan Terjadi (PPBBG '87) dan hasil persamaan interaksi (AISC) pada Kolom dengan Gaya Tekan Eksentris

Profil	PPBBG '87	AISC	Keterangan
	σ (kg/cm ²)	pers. interaksi	
WF 10 X 49	1778,9010	1,0949	Fy = 36 Ksi Beban = 80 t Panjang = 5 m
WF 10 X 54	1615,1800	0,9969	
WF 10 X 60	1422,5130	0,8954	

Tabel 6.4. Perbandingan tegangan ijin batang desak aksial PPBBG '87 Dan AISC

$\lambda = KL/r$	PPBBG '87		AISC		Keterangan
	ω	$\bar{\sigma}$ tek kg/cm ²	FS	$\bar{\sigma}$ tek kg/cm ²	
0	1	1608	1,667	1440	Baja Fe-360 (A-36)
10	1	1608	1,696	1407	
20	1	1608	1,724	1376	
30	1,066	1508	1,753	1333	
40	1,144	1406	1,781	1285	
50	1,234	1303	1,803	1235	
60	1,339	1201	1,826	1177	
70	1,465	1098	1,848	1114	
80	1,616	995	1,867	1047	
90	1,801	893	1,884	976	
100	2,036	790	1,897	899	
110	2,340	687	1,908	817	
111	2,375	674	1,909	809	
120	2,779	577	1,914	731	
130	3,262	492	1,917	639	
131,4	3,332	481	1,920	625	
140	3,783	424	1,920	550	
150	4,342	369	1,920	479	
160	4,941	325	1,920	421	
170	5,578	288	1,920	373	
180	6,235	256	1,920	333	
190	6,697	230	1,920	299	
200	7,720	208	1,920	270	

Tabel 6.5. Perbandingan tegangan ijin batang desak aksial PPBBG '87 dan AISC untuk $\lambda = 61 - 69$

$\lambda = KL/r$	PPBBG '7		AISC		Keterangan
	ω	$\bar{\sigma}$ tek kg/cm ²	FS	$\bar{\sigma}$ tek kg/cm ²	
61	1,351	1190	1,829	1171	Baja Fe-360 (A-36)
62	1,363	1180	1,831	1165	
63	1,375	1169	1,833	1159	
64	1,387	1159	1,835	1153	
65	1,399	1149	1,837	1147	
<u>66</u>	<u>1,412</u>	<u>1138</u>	<u>1,839</u>	<u>1140</u>	
67	1,425	1128	1,841	1134	
68	1,438	1118	1,844	1127	
69	1,451	1108	1,846	1121	

Dari tabel di atas dapat dilihat untuk :

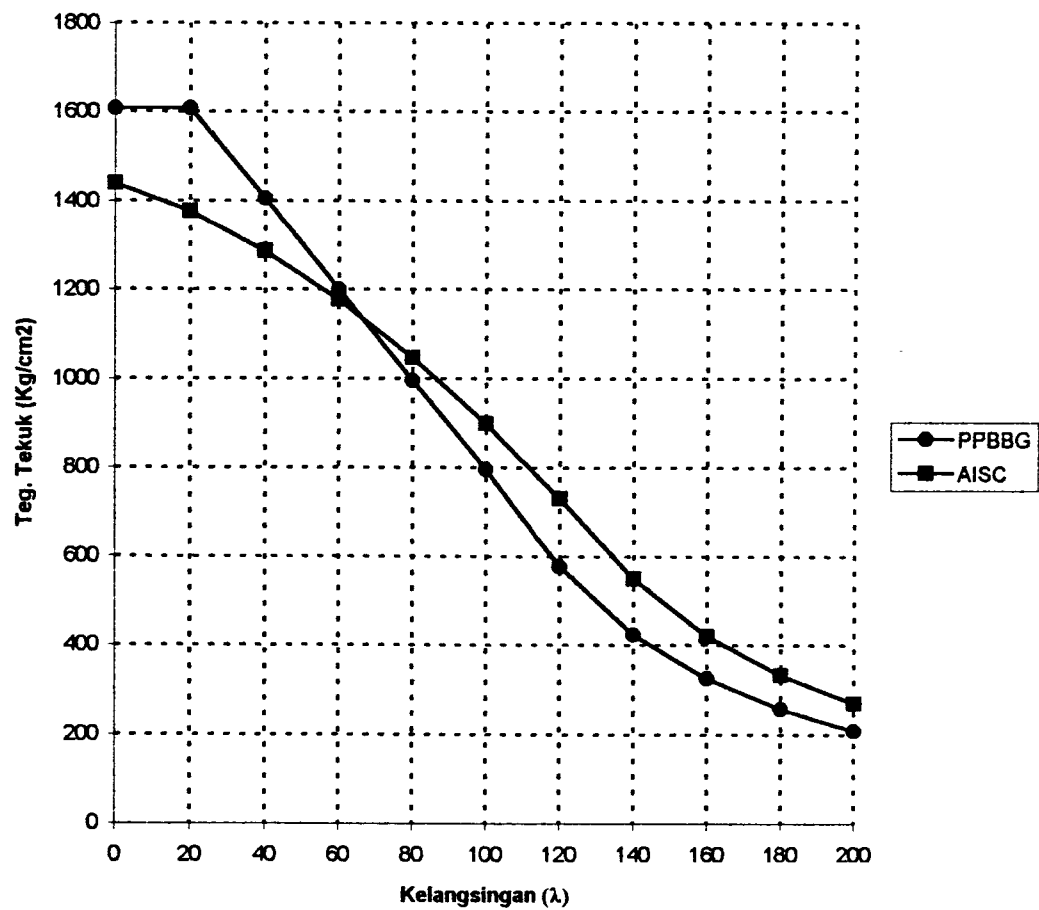
$0 < \lambda < 65 \longrightarrow$ nilai $\bar{\sigma}$ tekuk (AISC) < $\bar{\sigma}$ tekuk (PPBBG '87)

$\lambda = 66 \longrightarrow$ nilai $\bar{\sigma}$ tekuk (AISC) = $\bar{\sigma}$ tekuk (PPBBG '87)

$67 < \lambda < 200 \longrightarrow$ nilai $\bar{\sigma}$ tekuk (AISC) > $\bar{\sigma}$ tekuk (PPBBG '87)

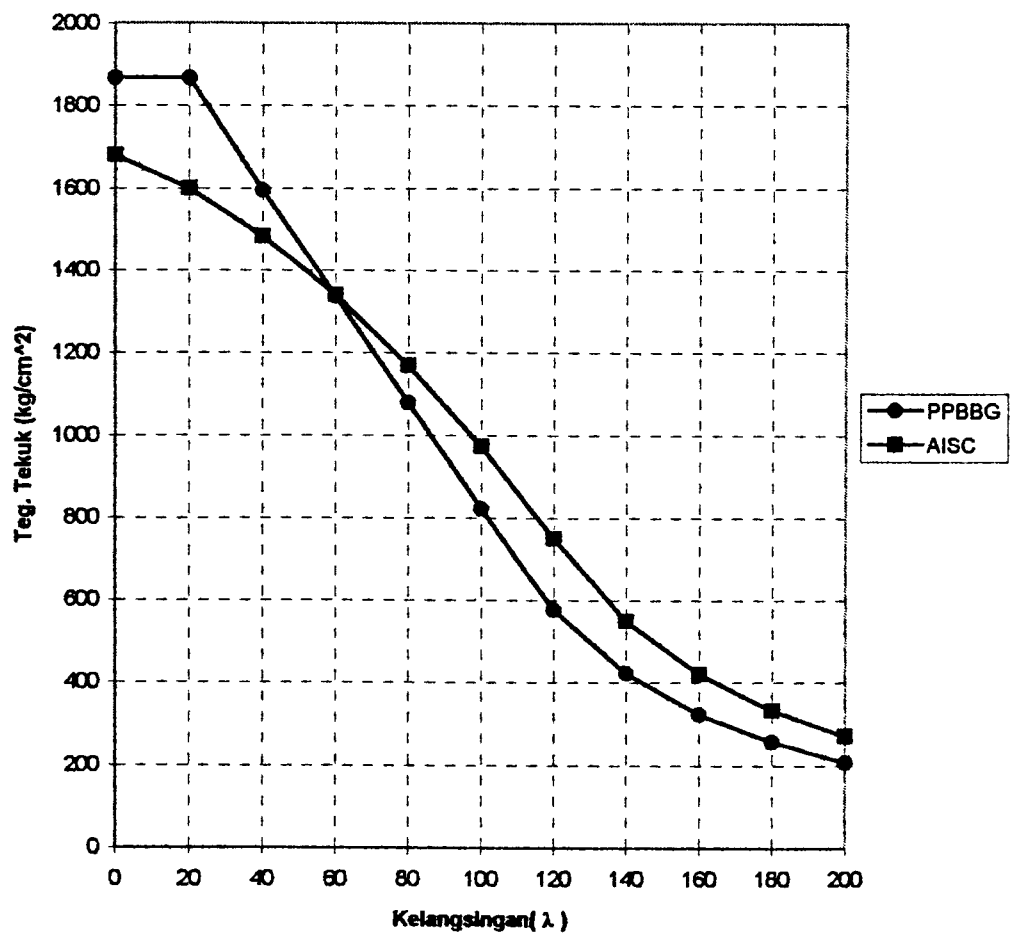
Kelangsingan	Tegangan		Keterangan
	PPBBG	AISC	
0	1608	1440	Fy = 36 Ksi
20	1608	1376	
40	1406	1285	
60	1201	1177	
80	995	1047	
100	796	899	
120	577	731	
140	424	550	
160	325	421	
180	256	333	
200	208	270	

Grafik Hubungan Angka Kelangsingan - Tegangan



Kelangsingan	Tegangan		Keterangan
	PPBBG	AISC	
0	1867	1680	Fy = 42 Ksi
20	1867	1599	
40	1594	1483	
60	1337	1339	
80	1079	1169	
100	822	973	
120	576	750	
140	423	550	
160	323	421	
180	256	333	
200	207	270	

Grafik Hubungan Angka Kelangsingan - Tegangan Tekuk



BAB VII

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1. Kesimpulan

Dari analisis dan pembahasan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Perencanaan kolom dengan gaya tekan sentris untuk batang tunggal, tegangan yang terjadi menurut cara AISC mendekati tegangan ijin tekuk, lebih efisien dibandingkan dengan cara PPBBG '87.
2. Perencanaan kolom dengan gaya tekan sentris untuk batang tersusun dengan pelat melintang maupun dengan batang diagonal, tegangan yang terjadi menurut cara PPBBG '87 mendekati tegangan ijin tekuk, lebih efisien dibandingkan dengan cara AISC.
3. Perencanaan kolom dengan gaya tekan eksentris, tegangan yang terjadi menurut cara AISC mendekati tegangan ijin tekuk, lebih efisien dibandingkan dengan cara PPBBG '87.
4. Perencanaan kolom dengan cara AISC untuk angka kelangsingan λ (L_k / r) > 66 menghasilkan tegangan ijin tekuk lebih besar dibandingkan dengan cara PPBBG '87.
5. Persamaan-persamaan yang digunakan dengan cara AISC lebih ringkas dibandingkan dengan cara PPBBG '87.

7.2. Saran

1. Dalam merencanakan kolom baja sebaiknya digunakan cara AISC, karena lebih praktis dan cepat dengan adanya buku pedoman (manual) yang berisikan rumus-rumus dan tabel profil.
2. Penyusun mengharapkan adanya tindak lanjut pembahasan terhadap kolom baja yang dikombinasikan dengan beton.

DAFTAR PUSTAKA

1. American Institute of Steel Construction, **Manual of Steel Construction**, 9th Ed, Bustamante Press, Manila, 1989.
2. Charles G. Salomon dan John E. Johnson, **Struktur Baja Desain Dan Perilaku 1**, Edisi ketiga, Gramedia, Jakarta, 1992.
3. Daniel L. Schodek, **Struktur**, Eresco, Bandung, 1995.
4. _____, **Pedoman Perencanaan Bangunan Baja untuk Gedung**, Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta, 1987.
5. Gideon Hadi Kusuma, **Perencanaan Bangunan Baja**, Universitas Kristen Petra, Surabaya, 1983.
6. Gunawan T. dan Margaret S., **Soal dan Penyelesaian Konstruksi Baja I**, Delta Teknik Group, Jakarta, 1993.
7. Hannis Burhan, **Konstruksi Baja (II)**, Lab. Konstruksi Baja ITB, Bandung, 1985.
8. Jack C. Mc Cormac, **Structural Steel Design (ASD Method)**, Fourth Edition, Harper Colins Publishers, USA, 1992.
9. Jogiyanto H.M., **Program Komputer Bahasa Basic**, Edisi Revisi, Andi Offset, Yogyakarta, 1984.
10. Joseph E, Bowles, **Disain Baja Konstruksi**, Erlangga, Jakarta, 1985.
11. Leonard Spiegel dan Gerge F. Limbrunner, **Desain Baja Struktur Terapan**, Eresco, Bandung, 1991.
12. Paguyaban Dosen Baja Yogyakarta, **Bahan kuliah Struktur Baja 1**, Edisi Ketiga, Pados Bajayo, Yogyakarta, 1992.
13. Rene Amon dkk., **Perencanaan Konstruksi Baja untuk Insiyur dan Arsitek 1**, Pradnya, Jakarta, 1988.

LAMPIRAN

KL (ft)	$F_y = 36 \text{ KSI}$										$F_y = 50 \text{ KSI}$				
	10	12	14	16	18	20	22 & over	10	12	14	16	18	20	22 & over	
All shapes	2.4	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0	1.9	2.4	2.3	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7	

FIRST APPROXIMATION

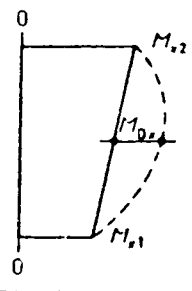
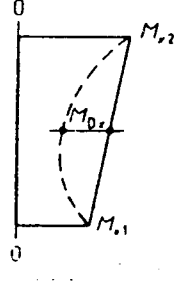
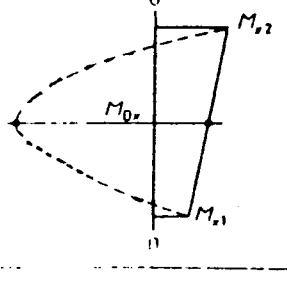
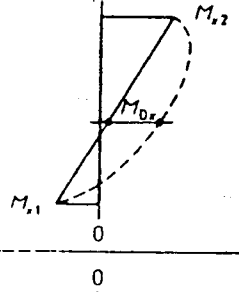
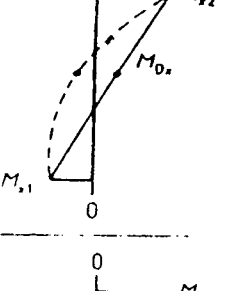
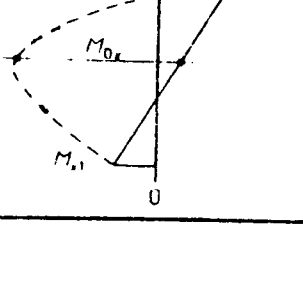
All shapes	2.4	2.3	2.2	2.2	2.1	2.0	1.9	2.4	2.3	2.2	2.0	1.9	1.8	1.7
------------	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

SUBSEQUENT APPROXIMATIONS

W, S 4	3.6	2.6	1.9	1.6	—	—	—	2.7	1.9	1.6	1.6	—	—	—
W, S 5	3.9	3.2	2.4	1.9	1.5	1.4	—	3.3	2.4	1.8	1.6	1.4	—	—
W, S 6	3.2	2.7	2.3	2.0	1.9	1.6	1.5	3.0	2.5	2.2	1.9	1.8	1.6	1.5
W 8	3.0	2.9	2.8	2.6	2.3	2.0	2.0	3.0	2.8	2.5	2.2	1.9	1.6	1.6
W 10	2.6	2.5	2.5	2.4	2.3	2.1	2.0	2.5	2.5	2.4	2.3	2.1	1.9	1.7
W 12	2.1	2.1	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.7
W 14	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.8	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7	1.7

Source: American Institute of Steel Construction, *Manual of Steel Construction Allowable Stress Design*, 9th ed. (Chicago: AISC, 1989), Table B, p. 3-10. Reprinted with the permission of AISC.

Note: Values of m are for $C_m = 0.85$. When C_m is other than 0.85, multiply the tabular value of m by $C_m/0.85$.

Bidang Momen			
		$ \beta_x M_{x2} + M_{Dx} $	$ M_{x2} + M_{Dx} $
	$ M_{Dx} \leq 2M_{x2} $	$ \beta_x M_{x2} + 0 $	$ M_{x2} + 0 $
	$ M_{Dx} > 2M_{x2} $	$ \beta_x M_{x2} + M_{Dx} $	$ M_{x2} + M_{Dx} $
		$ \beta_x M_{x2} + M_{Dx} $	$ M_{x2} + M_{Dx} $
	$ M_{Dx} \leq 2M_{x2} $	$ \beta_x M_{x2} + 0 $	$ M_{x2} + 0 $
	$ M_{Dx} > 2M_{x2} $	$ \beta_x M_{x2} + M_{Dx} $	$ M_{x2} + M_{Dx} $

... Harga Tegangan Euler (σ_{Ex} atau σ_{Ey})

λ	σ_{Ex}/σ_{Ey} kg/cm ²	λ	σ_{Ex}/σ_{Ey} kg/cm ²	λ	σ_{Ex}/σ_{Ey} kg/cm ²	λ	σ_{Ex}/σ_{Ey} kg/cm ²
5	829.047	6	575.727	7	422.983	8	323.846
9	255.879	10	207.262	11	171.291	12	143.932
13	122.640	14	105.746	15	92.116	16	80.962
17	71.717	18	63.970	19	57.413	20	51.815
21	46.998	22	42.823	23	39.180	24	35.983
25	33.162	26	30.660	27	28.431	28	26.436
29	24.645	30	23.029	31	21.567	32	20.240
33	19.032	34	17.929	35	16.919	36	15.992
37	15.140	38	14.353	39	13.627	40	12.954
41	12.330	42	11.750	43	11.209	44	10.706
45	10.235	46	9.795	47	9.383	48	8.996
49	8.632	50	8.290	51	7.969	52	7.665
53	7.378	54	7.108	55	6.852	56	6.609
57	6.379	58	6.161	59	5.954	60	5.757
61	5.570	62	5.392	63	5.222	64	5.060
65	4.906	66	4.758	67	4.617	68	4.482
69	4.353	70	4.230	71	4.112	72	3.998
73	3.889	74	3.785	75	3.685	76	3.588
77	3.496	78	3.407	79	3.321	80	3.234
81	3.159	82	3.082	83	3.069	84	2.937
85	2.869	86	2.802	87	2.738	88	2.676
89	2.617	90	2.559	91	2.503	92	2.449
93	2.396	94	2.346	95	2.297	96	2.249
97	2.203	98	2.158	99	2.115	100	2.073
101	2.032	102	1.992	103	1.954	104	1.916
105	1.880	106	1.845	107	1.810	108	1.777
109	1.744	110	1.713	111	1.682	112	1.652
113	1.623	114	1.595	115	1.567	116	1.540
117	1.514	118	1.489	119	1.464	120	1.439
121	1.416	122	1.393	123	1.370	124	1.348
125	1.326	126	1.306	127	1.285	128	1.265
129	1.245	130	1.226	131	1.208	132	1.190
133	1.172	134	1.154	135	1.137	136	1.121
137	1.104	138	1.088	139	1.073	140	1.057
141	1.043	142	1.028	143	1.014	144	1.000
145	986	146	972	147	959	148	946
149	934	150	921	151	909	152	897

λ	$\frac{\sigma_{Ex}}{\sigma_{Ey}}$ kg/cm ²	λ	$\frac{\sigma_{Ex}}{\sigma_{Ey}}$ kg/cm ²	λ	$\frac{\sigma_{Ex}}{\sigma_{Ey}}$ kg/cm ²	λ	$\frac{\sigma_{Ex}}{\sigma_{Ey}}$ kg/cm ²
153	885	154	874	155	863	156	852
157	841	158	830	159	820	160	810
161	800	162	790	163	780	164	771
165	761	166	752	167	743	168	734
169	726	170	717	171	709	172	701
173	693	174	685	175	677	176	669
177	662	178	654	179	647	180	640
181	633	182	626	183	619	184	612
185	606	186	599	187	593	188	586
189	580	190	574	191	568	192	562
193	556	194	551	195	545	196	540
197	534	198	529	199	523	200	518

Harga δ

λ	δ			
	Fe 310	Fe 360	Fe 430	Fe 510
0 - 20	0,000	0,000	0,000	0,000
25	0,030	0,030	0,035	0,040
30	0,055	0,060	0,065	0,075
35	0,080	0,090	0,100	0,115
40	0,110	0,120	0,130	0,150
45	0,140	0,150	0,165	0,185
50	0,165	0,180	0,195	0,220
55	0,190	0,210	0,225	0,250
60	0,215	0,235	0,250	0,285
65	0,240	0,260	0,280	0,315
70	0,265	0,290	0,305	0,345
75	0,290	0,310	0,330	0,380
80	0,310	0,335	0,360	0,425
85	0,330	0,360	0,390	0,475
90	0,350	0,390	0,425	0,540
95	0,375	0,415	0,465	0,650
100	0,400	0,450	0,515	0,760
105	0,425	0,490	0,600	0,880
110	0,455	0,550	0,690	1,000
115	0,485	0,630	0,800	1,130
120	0,540	0,720	0,900	1,270
125	0,600	0,810	1,010	1,410
130	0,690	0,910	1,120	1,560
135	0,770	1,010	1,240	1,710
140	0,860	1,110	1,370	1,870
145	0,950	1,220	1,500	2,030
150	1,050	1,330	1,630	2,220
155	1,150	1,450	1,770	2,380
160	1,250	1,580	1,910	2,560
165	1,350	1,700	2,050	2,750
170	1,460	1,830	2,200	2,950
175	1,570	1,960	2,360	3,150
180	1,680	2,100	2,520	3,350
185	1,800	2,240	2,680	3,560
190	1,920	2,390	2,850	3,780
195	2,050	2,540	3,030	3,780
200	2,170	2,690	3,200	4,230

$F_y = 36 \text{ ksi}$		Table A						
$F_y = 50 \text{ ksi}$		Stiffness Reduction Factors f_a/F_e'						
l_b	F_y		l_b	F_y		l_b	F_y	
	36 ksi	50 ksi		36 ksi	50 ksi		36 ksi	50 ksi
28.0	—	0.097	21.9	—	0.814	15.9	0.599	0.956
27.9	—	0.104	21.8	—	0.822	15.8	0.610	0.959
27.8	—	0.112	21.7	—	0.830	15.7	0.621	0.962
27.7	—	0.120	21.6	—	0.837	15.6	0.632	0.964
27.6	—	0.127	21.5	—	0.845	15.5	0.643	0.967
27.5	—	0.136	21.4	—	0.853	15.4	0.653	0.970
27.4	—	0.144	21.3	—	0.860	15.3	0.664	0.972
27.3	—	0.152	21.2	—	0.868	15.2	0.675	0.974
27.2	—	0.160	21.1	—	0.875	15.1	0.684	0.977
27.1	—	0.168	21.0	—	0.883	15.0	0.695	0.979
27.0	—	0.177	20.9	—	0.891	14.9	0.704	0.981
26.9	—	0.184	20.8	—	0.899	14.8	0.715	0.983
26.8	—	0.193	20.7	—	0.907	14.7	0.724	0.985
26.7	—	0.202	20.6	—	0.915	14.6	0.734	0.987
26.6	—	0.210	20.5	0.064	0.922	14.5	0.743	0.988
26.5	—	0.218	20.4	0.074	0.929	14.4	0.753	0.990
26.4	—	0.227	20.3	0.083	0.936	14.3	0.762	0.991
26.3	—	0.236	20.2	0.093	0.943	14.2	0.770	0.993
26.2	—	0.245	20.1	0.102	0.950	14.1	0.780	0.994
26.1	—	0.253	20.0	0.114	0.957	14.0	0.789	0.995
26.0	—	0.262	19.9	0.125	0.964	13.9	0.797	0.996
25.9	—	0.271	19.8	0.136	0.971	13.8	0.805	0.997
25.8	—	0.280	19.7	0.147	0.978	13.7	0.814	0.998
25.7	—	0.288	19.6	0.158	0.985	13.6	0.822	0.998
25.6	—	0.297	19.5	0.169	0.992	13.5	0.830	0.999
25.5	—	0.306	19.4	0.181	0.999	13.4	0.838	0.999
25.4	—	0.315	19.3	0.193	1.000	13.3	0.845	1.000
25.3	—	0.324	19.2	0.204	—	13.2	0.853	—
25.2	—	0.333	19.1	0.216	—	13.1	0.860	—
25.1	—	0.342	19.0	0.228	—	13.0	0.868	—
25.0	—	0.350	18.9	0.241	0.822	12.9	0.874	—
24.9	—	0.359	18.8	0.252	0.827	12.8	0.881	—
24.8	—	0.368	18.7	0.264	0.833	12.7	0.888	—
24.7	—	0.377	18.6	0.277	0.839	12.6	0.895	—
24.6	—	0.386	18.5	0.288	0.844	12.5	0.901	—
24.5	—	0.394	18.4	0.301	0.849	12.4	0.907	—
24.4	—	0.403	18.3	0.314	0.855	12.3	0.913	—
24.3	—	0.412	18.2	0.326	0.860	12.2	0.918	—
24.2	—	0.421	18.1	0.338	0.865	12.1	0.924	—
24.1	—	0.430	18.0	0.350	0.871	12.0	0.929	—
24.0	—	0.439	17.9	0.363	0.875	11.9	0.934	—
23.9	—	0.447	17.8	0.375	0.880	11.8	0.939	—
23.8	—	0.456	17.7	0.387	0.885	11.7	0.944	—
23.7	—	0.465	17.6	0.400	0.890	11.6	0.949	—
23.6	—	0.473	17.5	0.411	0.894	11.5	0.953	—
23.5	—	0.482	17.4	0.424	0.899	11.4	0.958	—
23.4	—	0.490	17.3	0.436	0.903	11.3	0.962	—
23.3	—	0.499	17.2	0.448	0.908	11.2	0.966	—
23.2	—	0.507	17.1	0.460	0.912	11.1	0.970	—
23.1	—	0.516	17.0	0.472	0.917	11.0	0.973	—
23.0	—	0.524	16.9	0.484	0.920	10.9	0.976	—
22.9	—	0.533	16.8	0.496	0.924	10.8	0.979	—
22.8	—	0.541	16.7	0.508	0.928	10.7	0.982	—
22.7	—	0.549	16.6	0.519	0.932	10.6	0.984	—
22.6	—	0.557	16.5	0.531	0.935	10.5	0.987	—
22.5	—	0.565	16.4	0.543	0.939	10.4	0.989	—
22.4	—	0.574	16.3	0.554	0.942	10.3	0.991	—
22.3	—	0.582	16.2	0.565	0.946	10.2	0.993	—
22.2	—	0.590	16.1	0.577	0.950	10.1	0.995	—
22.1	—	0.598	16.0	0.588	0.952	10.0	0.996	—
22.0	—	0.606	—	—	—	9.9	0.997	—
						9.8	0.998	—
						9.7	0.999	—
						9.6	1.000	—