

**BUKU PEDOMAN TUGAS BESAR
STRUKTUR BAJA II
EDISI I**



**PENERBIT
HIMPUNAN MAHASISWA SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PANCASILA
JAKARTA
2021**

LEMBAR PENGESAHAN

MODUL TUGAS BESAR : STRUKTUR BAJA II

Modul ini di sahkan pada:

Hari / tanggal :

Oleh : Ketua Prodi Teknik Sipil

Dengan ini menyatakan bahwa modul ini berlaku 5 (lima) tahun, terhitung mulai disahkannya modul ini.

Jakarta, April 2021

Prodi Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Pancasila

Ketua,

Ir. Akhmad Dofir, MT

BUKU PEDOMAN TUGAS BESAR

STRUKTUR BAJA II

EDISI I

Penyusun,

- AZARIA ANDREAS, ST, MT
- Ir. AKHMAD DOFIR, MT
- MAUDI GAU TENRIPADA 4218210065
- SATRIA WILDAN AULIA 4218210086
- ARYOSENKO PUTRA WAHYU 4219210022
- INNAYYAH NABILLA PUTRI JUN 4219210060
- RISTI BIANTRI CHANDRANINGTYAS 4219210084

Tempat dan Tanggal,

JAKARTA, April 2021

Penerbit,

HIMPUNAN MAHASISWA SIPIL
FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PANCASILA
Jakarta.

Percetakan,

FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS PANCASILA
Jakarta.

Catatan,

- Hanya dipergunakan dalam lingkungan FTUP
- Dilarang memperbanyak/menggandakan serta memperdagangkan tanpa seijin dan sepengetahuan penerbit/penulis.

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan Alhamdulillah kepada Allah swt dengan terbitnya buku “PEDOMAN TUGAS BESAR” Edisi I yang mana merupakan pengembangan dan perbaikan dari Pedoman yang terdahulu.

Buku ini dititik beratkan pada materi-materi standar yang dipergunakan di Indonesia dan selalu disesuaikan dengan perkembangan saat ini baik dari seminar-seminar, pendidikan/pelatihan, pelaksanaan lapangan maupun dari pengalaman selama pelaksanaan praktikum serta ditunjang dari berbagai sumber pustaka.

Harapan kami, semoga dengan adanya buku pedoman ini para mahasiswa dapat dengan mudah memahami prosedur-prosedur pengerjaan tugas besar untuk mendapatkan hasil tugas yang maksimal.

Kritik dan saran sangat kami butuhkan baik pengguna maupun dari pihak-pihak yang secara tidak langsung sebagai pengguna untuk penyempurnaan buku ini.

Jakarta, April 2021

Himpunan Mahasiswa Sipil

Prodi Teknik Sipil

Fakultas Teknik Universitas Pancasila

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR

DAFTAR ISI

PETUNJUK PELAKSANAAN

BAB I. Penentuan Dimensi Balok dan Kolom

- 1.1. Perhitungan Dimensi Balok
 - 1.1.1. Desain Struktur
 - 1.1.2. Dimensi Balok, Kolom, dan Bracing

BAB II. Perhitungan Pembebatan

- 2.1. Beban Mati
 - 2.1.1. Pembebatan Lantai
 - 2.1.2. Berat Penutup Atap
 - 2.1.3. Berat Penutup Dinding
 - 2.1.4. Berat Profil Balok
- 2.2. Beban Hidup
- 2.3. Kombinasi Pembebatan

BAB III. Perhitungan Analisa Struktur

- 3.1. Desain struktur
- 3.2. Kontrol Elemen Struktur Terhadap Tekuk
- 3.3. Kontrol Elemen Struktur Terhadap Geser

BAB IV. Desain Sambungan Baut dan Las

- 4.1. Balok
- 4.2. Kolom
- 4.3. Gambar sambungan balok

BAB V. Desain Plat Dasar Kolom

- 5.1. Hitung Kuat Tumpu Pondasi Beton yang Dibutuhkan
- 5.2. Hitung Nilai Kekuatan yang Dibutuhkan Untuk Plat Landasan
- 5.3. Cari Nilai Terbesar diantara (m), (n), dan (λ_n) untuk dipilih menjadi nilai “(l)”
- 5.4. Hitung Tebal Minimum Plat Dasar Kolom

BAB VI. Estimasi Biaya

- 6.1. Volume Pekerjaan
- 6.2. Analisa Harga Satuan
- 6.3. Rencana Anggaran Biaya
- 6.4. Gambar Akhir

PETUNJUK PELAKSANAAN
TUGAS BESAR STRUKTUR BAJA II

1. Tugas dikerjakan perorangan/ kelompok sesuai yang telah ditentukan.
2. Tugas diketik rapih pada kertas tugas yang khusus digunakan untuk pengerajan tugas, dan dikirimkan berupa PDF.
3. Asistensi dapat dilakukan pada jam asistensi dan waktu lainnya dengan minimal 1x asistensi per minggu.
4. Batas akhir penyelesaian tugas besar adalah 1 minggu sebelum UAS.

BAB I

PENENTUAN DIMENSI BALOK DAN KOLOM

1.1. Perhitungan Dimensi Balok

1.1.1. Desain Struktur

- Tampak Depan
- Tampak Samping
- Tampak Atas (Desain Penutup Atap)
- Tampak Atas (Desain Rangka Atap)

1.1.2. Dimensi Balok, Kolom, dan Bracing

- Dimensi Balok

Menentukan nilai h dengan rumus,

$$h = L/12$$

Ket: h = Tinggi Badan

L = Panjang Bentang Terpanjang

- Dimensi Kolom dan Bracing

Tentukan Nilai λ

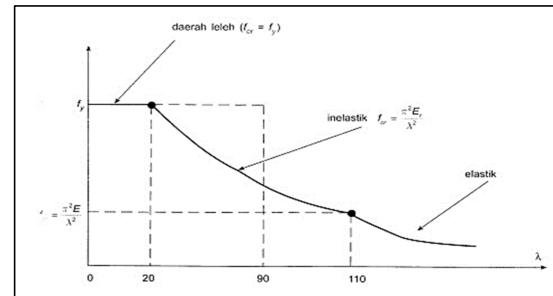
$$\lambda = KL/r$$

Ket: K = Tinggi Badan

L = Panjang Bentang Terpanjang

r = Lihat table profil baja

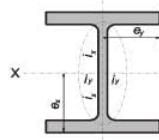
Garis putus menunjukkan posisi kolom pada saat terkena						
Harga K teoritis	0,5	0,7	1,0	1,0	2,0	2,0
K desain	0,65	0,80	1,2	1,0	2,10	2,0
Keterangan						



Wide Flange Shape

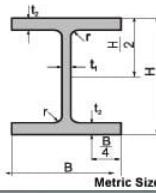
Product Specifications

Hot Rolled



$$\begin{aligned} \text{Geometrical moment of inertia} & I = A i^2 \\ \text{Radius of gyration of area} & I = \sqrt{I/A} \\ \text{Modulus of section} & z = I/e \end{aligned}$$

(A = sectional area)



Metric Size

According JIS G 3192

Nominal Dimensional mm	Standard Sectional Dimension				Section Area A cm ²	Unit Weight kg/m	Informative Reference					
	H x B mm	t1 mm	t2 mm	r mm			I _x cm ⁴	I _y cm ⁴	Radius Of Gyration Of Area	I _x cm	I _y cm	Z _x cm ³
100 x 100	100 x 100	6	8	10	21.90	17.20	383	134	4.18	2.47	76.50	26.7
125 x 125	125 x 125	6.5	9	10	30.31	23.80	847	293	5.29	3.11	136.00	47.00
150 x 75	150 x 75	5	7	8	17.85	14.00	666	50	6.11	1.66	8.88	13.20
150 x 100	150 x 100	6	9	11	26.84	21.10	1,020	151	6.17	2.37	138.00	30.10
150 x 150	150 x 150	7	10	11	40.14	31.50	1,640	563	6.39	3.75	219.00	75.10
175 x 175	175 x 175	7.5	11	12	51.21	40.20	2,880	984	7.50	4.38	330.00	112.00
200 x 100	198 x 99	4.5	7	11	23.18	18.20	1,580	114	8.26	2.21	160.00	23.00
200 x 100	200 x 100	5.5	8	11	27.16	21.30	1,840	134	8.24	2.22	184.00	26.80
200 x 150	194 x 150	6	9	12	38.80	30.60	2,675	507	8.30	3.60	275.80	67.60
200 x 200	200 x 200	8	12	13	63.53	49.90	4,720	1,600	8.62	5.02	472.00	160.00
250 x 125	248 x 124	5	8	12	32.68	25.70	3,540	255	10.40	2.79	285.00	41.10
250 x 125	250 x 125	6	9	12	37.66	29.60	4,050	294	10.40	2.79	324.00	47.00
250 x 250	250 x 250	9	14	16	92.18	72.40	10,800	3,650	10.80	6.29	867.00	292.00
300 x 150	298 x 149	5.5	8	13	40.80	32.00	6,320	442	12.40	3.29	424.00	59.30
300 x 150	300 x 150	6.5	9	13	46.78	36.70	7,210	508	12.40	3.29	481.00	67.70
300 x 300	300 x 300	10	15	18	119.80	94.00	20,400	6,750	13.10	7.51	1,360.00	450.00
346 x 174	346 x 174	6	9	14	52.68	41.40	11,100	792	14.50	3.88	641.00	91.00
350 x 175	350 x 175	7	11	14	53.14	49.80	13,800	984	14.70	3.95	775.00	112.00
350 x 350	350 x 350	12	19	20	173.9	137.00	40,300	13,600	15.20	8.84	2,300.00	776.00
396 x 199	396 x 199	7	11	16	72.16	56.60	20,000	1,450	16.70	4.48	1,010.00	145.00
400 x 200	400 x 200	8	13	16	84.1	66.00	23,700	1,740	16.80	4.54	1,190.00	174.00
400 x 400	400 x 400	13	21	22	218.7	172.00	66,600	22,400	17.50	10.10	3,330.00	1120.00
450 x 200	450 x 200	9	14	18	96.8	76.00	33,500	1,870	18.60	4.40	1,490.00	187.00
500 x 200	500 x 200	10	16	20	114.2	89.60	47,800	2,140	20.50	4.33	1,910.00	214.00
600 x 200	600 x 200	11	17	22	134.4	106.00	77,600	2,280	24.00	4.12	2,590.00	228.00
600 x 200	588 x 300	12	20	28	192.5	151.00	118,000	9,020	24.80	6.85	4,020.00	601.00
700 x 300	700 x 300	13	24	28	235.5	185.00	201,000	10,800	29.30	6.78	5,760.00	722.00
800 x 300	800 x 300	14	26	28	267.4	210.00	292,000	11,700	33.00	6.62	7,290.00	782.00
900 x 300	900 x 300	16	28	28	309.8	243.00	411,000	12,600	36.40	6.39	9,140.00	843.00

(Tabel Baja Profil WF)

STANDARD SECTIONAL DIMENSIONS	SECTION AREA	UNIT WEIGHT	INFORMATIVE REFERENCE										METRIC SIZE	
			CENTER OF GRAVITY		GEOMETRICAL MOMENT OF INERTIA			RADIUS OF GYRATION OF AREA			MODULUS OF SECTION			
H x B mm	t mm	r mm	I _x x C _y cm ⁴	I _y x C _x cm ⁴	Max I _x cm ⁴	Min I _x cm ⁴	I _x = I _y	Max I _y cm ⁴	Min I _y cm ⁴	Z _x cm ³	Z _y cm ³			
25 x 35	3	4	21	1.427	1.12	0.719	0.797	1.26	0.332	0.747	0.94	0.48	0.448	
30 x 30	3	4	2	1.727	1.36	0.844	1.420	2.26	0.590	0.908	1.14	0.58	0.661	
40 x 40	3	4.5	2	2.336	1.83	1.090	3.530	5.60	1.460	1.230	1.55	0.79	1.210	
40 x 40	4	4.5	2	2.336	1.83	1.090	3.530	5.60	1.460	1.230	1.55	0.79	1.210	
40 x 40	5	4.5	3	3.755	2.95	1.170	5.420	8.59	2.250	1.200	1.51	0.77	1.910	
45 x 45	5	6.5	3	4.302	3.38	1.280	7.910	12.50	3.290	1.360	1.71	0.87	2.460	
45 x 45	6	6.5	3	3.492	2.74	1.240	6.500	10.30	2.700	1.360	1.72	0.88	2.000	
50 x 50	5	6.5	3	3.892	3.06	1.370	9.060	14.40	3.760	1.530	1.92	0.98	2.490	
50 x 50	6	6.5	3	4.802	3.77	1.410	11.100	17.50	4.580	1.520	1.91	0.98	3.080	
50 x 50	6	6.5	4	5.644	4.43	1.440	12.600	20.00	5.230	1.500	1.96	0.96	3.550	
60 x 60	6	6	4	6.492	3.68	1.610	16.000	25.40	6.620	1.850	2.33	1.19	3.660	
60 x 60	6	6	5.5	5.802	4.55	1.660	19.600	31.20	8.090	1.840	2.32	1.18	4.520	
60 x 60	6	6	8	6.910	5.40	1.700	22.790	36.16	9.420	1.820	2.29	1.17	5.280	
65 x 65	6	6	5.5	6.367	5.00	1.770	25.300	40.10	10.500	1.990	2.51	1.28	5.350	
65 x 65	6	6	5.5	7.527	5.91	1.810	29.400	46.60	12.200	1.980	2.49	1.27	6.260	
65 x 65	6	8.5	6	7.961	7.66	1.880	36.800	58.30	15.300	1.940	2.44	1.25	7.960	
70 x 70	6	6	8.5	8.127	6.38	1.930	37.100	58.90	15.300	2.140	2.69	1.37	7.330	
75 x 75	7	9	6.5	9.960	9.96	2.170	46.100	102.00	26.700	2.250	2.84	1.45	21.100	
75 x 75	7	12.5	6	13.290	2.290	81.900	129.00	34.500	2.220	2.79	1.44	15.700		
80 x 80	8	6	6.5	9.230	7.32	2.180	56.400	89.60	23.200	2.460	3.10	1.58	9.700	
90 x 90	9	6	10	5	10.550	8.28	2.420	80.700	128.00	33.400	2.770	3.48	1.78	12.300
90 x 90	9	7	10	5	12.220	9.59	2.460	93.000	148.00	38.300	2.760	3.48	1.77	14.200
90 x 90	9	10	10	7	13.30	13.30	2.570	125.000	199.00	51.700	2.710	3.42	1.74	19.500
90 x 130	9	13	10	7	21.710	17.00	2.690	156.000	248.00	65.300	2.680	3.38	1.73	24.800
100 x 100	7	10	5	13.820	10.70	2.710	129.000	205.00	53.200	3.080	3.86	1.98	17.700	
100 x 100	13	10	7	24.310	19.10	2.940	220.000	348.00	91.100	3.000	3.78	1.94	31.100	
100 x 100	14	10	7	19.000	14.90	2.820	175.000	278.00	72.000	3.040	3.83	1.95	24.400	
100 x 120	12	8	12	5	18.760	14.70	3.240	258.000	410.00	106.000	3.710	4.67	2.38	29.500
120 x 120	12	11	13	6.5	25.370	19.90	3.300	340.000	541.00	140.000	3.660	4.62	2.35	39.360
120 x 120	12	12	13	6.5	27.540	21.60	3.400	367.000	583.00	151.000	3.650	4.60	2.35	42.680
130 x 130	9	12	6	22.740	17.90	3.530	366.000	583.00	150.000	4.010	5.06	2.57	38.700	
130 x 130	12	12	8.5	29.760	23.40	3.640	467.000	743.00	192.000	3.960	5.00	2.54	49.900	
130 x 130	12	12	8.5	34.770	27.30	4.140	740.000	1,180.00	304.000	4.610	5.82	2.96	68.100	
130 x 130	14	10	10	42.740	33.60	4.240	888.000	1,410.00	365.000	4.560	5.75	2.92	82.600	
130 x 130	14	10	10	53.380	41.90	4.400	1,090.000	1,730.00	451.000	4.520	5.69	2.91	103.000	
175 x 175	12	15	11	49.520	31.80</									

BAB II

PERHITUNGAN PEMBEBANAN

2.1. Beban Mati

2.1.1. *Pembebanan Lantai*

- Berat Plat Lantai (q1):

Tebal Pelat (m) x Berat Jenis (kg/m³) x Luas Lantai (m²) x = (kg)

- Berat Adukan Semen (q2):

Tebal adukan semen (m) x Berat jenis adukan semen (kg/m) = (kg)

- Berat Penutup Lantai (q3):

Luas Lantai (m²) x Berat penutup lantai (kg/m²) = (kg)

2.1.2. *Berat Penutup Atap/Plafon*

- *Identifikasi data-data yang digunakan*

- Luas penutup atap:

Panjang (m) x Lebar (m) = (Luas m²)

Contoh:

$$\begin{aligned} L \text{ Penutup Atap} &\rightarrow \text{Sec A} = 9,5 \times 24 = 228 \text{ m}^2 \\ B &= 15 \times 24 = 360 \text{ m}^2 \\ C &= 9,5 \times 24 = 228 \text{ m}^2 \\ \text{Total} &= 816 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

- Berat penutup atap (q4):

Berat penutup atap (kg/m²) x luas (m²) = (kg) ≈ (lbr)

Contoh:

$$\begin{aligned} \text{Berat Penutup Atap} &\rightarrow \text{Onduline/ m}^2 = 3,2 \text{ kg/m}^2 \approx 0,5 \text{ lbr} \\ \text{Sec A} &= 228 \text{ m}^2 \times 3,2 \text{ kg/m}^2 = 729 \text{ kg/ m}^2 \\ B &= 360 \text{ m}^2 \times 3,2 \text{ kg/m}^2 = 1152 \text{ kg/ m}^2 \\ C &= 228 \text{ m}^2 \times 3,2 \text{ kg/m}^2 = 729 \text{ kg/ m}^2 \\ \text{Total} &= 2611,2 \text{ kg/ m}^2 \approx 1306 \text{ lbr} \end{aligned}$$

2.1.3. *Berat Penutup Dinding (q5)*

Beban dinding = beban mati pada balok

Berat penutup dinding = Berat jenis balok yg digunakan (kg/m²) x tinggi dinding (m)

2.1.4. *Berat Profil Balok (q6)*

Berat Sendiri Balok (kg/m) x Panjang Balok (m) = (kg)

2.2. Beban Hidup

Berat pekerja (kg/m^2) x luas (m^2) = (kg)

2.3 Kombinasi Pembebanan

No.	Kombinasi (qu)
1.	$q_u = 1,4 q_D$
2.	$q_u = 1,2 q_D + 1,6 q_L$

Dengan,

$$q_D \text{ (Beban Mati)} = q_1 + q_2 + q_3 + q_4 + q_5 + q_6$$

$$q_L \text{ (Beban Hidup)}$$

Cat : Perhitungan pembebanan dihitung untuk setiap lantai (lt. atap, lt.1, dan lt.2)

BAB III

PERHITUNGAN ANALISA STRUKTUR

3.1. Desain struktur

- Membuat Pemodelan Struktur
- Menentukan Jenis Material yang akan digunakan
- Menentukan dimensi elemen struktur (balok, kolom, plat, dll)
- Menentukan jenis beban yang akan digunakan dan kombinasi pembebanannya
- Menentukan jenis perletakan yang akan digunakan
- Melakukan penggambaran struktur
- Memasukkan beban yang bekerja pada elemen struktur
- Menjalankan proses perhitungan analisa struktur
- Melakukan pengecekan pada struktur yang sudah dibuat
- Menentukan beban terbesar pada setiap elemen struktur

3.2. Kontrol Elemen Struktur terhadap Tekuk

a. Kontrol Elemen Kolom → Akibat Beban Aksial

Tekuk Lentur dan Tekuk Lokal

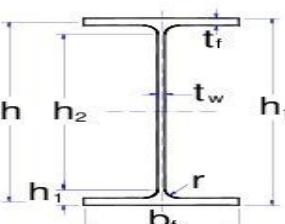
- Hitung nilai properti geometri penampang profil tersebut.

Perhitungan Struktur Baja Dengan Microsoft Excel

PERHITUNGAN KOLOM LENTUR DUA ARAH (B/AXIAL)
 KOLOM PADA PORTAL BANGUNAN

[C]2011 : M. Ayoub Elsayed

A. DATA BAHAN	
Tegangan lelah baja (yield stress),	$f_y = 240$ MPa
Tegangan sisa (residual stress),	$f_r = 70$ MPa
Modulus elastik baja (modulus of elasticity),	$E = 200000$ MPa
Angka Poisson (Poisson's ratio),	$\nu = 0,3$

B. DATA PROFIL BAJA																																		
	Profil : WF 400.200.8.13 <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 10%;">h_t =</td> <td style="width: 10%; text-align: right;">400</td> <td style="width: 10%;">mm</td> </tr> <tr> <td>b_f =</td> <td style="text-align: right;">200</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>t_w =</td> <td style="text-align: right;">8</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>r =</td> <td style="text-align: right;">13</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>A =</td> <td style="text-align: right;">8410</td> <td>mm²</td> </tr> <tr> <td>I_x =</td> <td style="text-align: right;">237000000</td> <td>mm⁴</td> </tr> <tr> <td>I_y =</td> <td style="text-align: right;">17400000</td> <td>mm⁴</td> </tr> <tr> <td>r_x =</td> <td style="text-align: right;">168</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>r_y =</td> <td style="text-align: right;">45,4</td> <td>mm</td> </tr> <tr> <td>S_x =</td> <td style="text-align: right;">1190000</td> <td>mm³</td> </tr> <tr> <td>S_y =</td> <td style="text-align: right;">174000</td> <td>mm³</td> </tr> </table>	h _t =	400	mm	b _f =	200	mm	t _w =	8	mm	r =	13	mm	A =	8410	mm ²	I _x =	237000000	mm ⁴	I _y =	17400000	mm ⁴	r _x =	168	mm	r _y =	45,4	mm	S _x =	1190000	mm ³	S _y =	174000	mm ³
h _t =	400	mm																																
b _f =	200	mm																																
t _w =	8	mm																																
r =	13	mm																																
A =	8410	mm ²																																
I _x =	237000000	mm ⁴																																
I _y =	17400000	mm ⁴																																
r _x =	168	mm																																
r _y =	45,4	mm																																
S _x =	1190000	mm ³																																
S _y =	174000	mm ³																																

C. DATA KOLOM	
Panjang elemen thd sb. x,	$L_x = 4500$ mm
Panjang elemen thd sb. y,	$L_y = 4500$ mm
Gaya aksial akibat beban terikator,	$N_u = 305000$ N
Momen aksial beban terikator thd sb. x,	$M_{ux} = 94500000$ Nmm
Momen aksial beban terikator thd sb. y,	$M_{uy} = 15100000$ Nmm
Gaya geser aksial beban terikator,	$V_u = 207000$ N
Faktor reduksi kekuatan untuk aksial tekan,	$\phi_n = 0,85$
Faktor reduksi kekuatan untuk lentur,	$\phi_b = 0,90$

$\lambda \leq \lambda_p$: Penampang Kompak
$\lambda_p < \lambda \leq \lambda_r$: Penampang Tidak Kompak
$\lambda > \lambda_r$: Penampang Langsing

- Hitung nilai Tegangan Kritis (F_{cr}) yang terjadi
- Hitung nilai Kuat Tekan Nominal (P_n)

$$\emptyset P_n = F_{cr} \cdot A_g$$

b. Kontrol Elemen Balok → Akibat Beban Lateral dan Aksial

Tekuk Lokal dan Tekuk Torsi Lateral

- Identifikasi Profil Penampang Yang Digunakan
- Analisis Kekuatan Penampang Arah X Dan Y
- Kontrol Izin Lendutan

c. Kontrol Elemen Bracing → Akibat Beban Aksial

Tekuk Lentur dan Tekuk Lokal

3.3. Kontrol Elemen Struktur terhadap Geser

- a. Kontrol Elemen Kolom (lihat hasil analisis diagram gaya dalam pada software)
- b. Kontrol Elemen Balok (lihat hasil analisis diagram gaya dalam pada software)
- c. Kontrol Elemen Bracing (lihat hasil analisis diagram gaya dalam pada software)

1. Tekuk Torsi Lateral (LTB)

$$L_p = 1,76 \cdot r_y \sqrt{E/f_y}$$

$$r_y = radius\ girasi\ arah\ y$$

2. Desain Mn Ltb

Bentang Pendek ($L_b < L_p$)

$$M_n = M_p = Z_x \cdot f_y$$

3. Desain Mn Tanpa Tekuk Lokal

$$L_p = 1,76 \cdot r_y \sqrt{E/f_y}$$

$$r_{ts} = \frac{b_f}{\sqrt{12 \left(1 + \frac{1}{6} \frac{h \cdot t_w}{b_f \cdot t_f}\right)}}$$

$$C_b = 1,00$$

Bentang Menengah ($L_p < L_b < L_r$)

$$M_n = C_b \left[M_p - (M_p - 0,7 f_y \cdot S_x) \left(\frac{L_b}{L_r} - \frac{L_r}{L_r - L_p} \right) \right]$$

$$L_r = 1,76 \cdot r_{ts} \frac{E}{0,7 f_y} \sqrt{\frac{J_c}{S_x \cdot h_0} + \sqrt{\left(\frac{J_c}{S_x \cdot h_0}\right)^2 + 6,76 \left(\frac{0,7 f_y}{E}\right)^2}}$$

4. Desain Mn Tanpa Tekuk Lokal

$$L_p = 1,76 \cdot r_y \sqrt{E/f_y}$$

$$r_{ts} = \frac{b_f}{\sqrt{12 \left(1 + \frac{1}{6} \frac{h \cdot t_w}{b_f \cdot t_f}\right)}}$$

$$C_b = 1,00$$

$$J_c = \frac{1}{3} (2t^3 b + t_w^3 h)$$

Bentang Panjang ($L_b > L_r$)

$$M_n = F_{cr} \cdot S_x$$

$$F_{cr} = \frac{C_b \cdot \pi^2}{\left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2} \sqrt{1 + 0,078 \left(\frac{J_c}{S_x \cdot h_0}\right) \cdot \left(\frac{L_b}{r_{ts}}\right)^2}$$

BAB IV

DESAIN SAMBUNGAN BAUT DAN LAS

4.1. Balok

1. Hitung nilai momen yang menghadap kolom

$$M_f = M_{pr} + (V_u S_h)$$

Dengan,

$$M_{pr} = C_{pr} R_y F_y Z_x \quad C_{pr} = \frac{F_y + F_u}{2 F_y} \leq 1,2 \quad V_u = \frac{2 M_{pr}}{L_h} + V_{gr}$$

Ket: $R_y = 1,5$

F_y = Teg. Leleh (Mpa)

F_u = Teg. Ultimate (Mpa)

Z_x = Modulus Plastis Arah X

V_{gr} = Gaya Geser Max pada balok

L_h = Jarak antar bentang, jarak sendi plastis

S_h = Jarak Sendi Plastis dari muka kolom (Asumsi $< d/2$)

2. Menentukan jenis sambungan

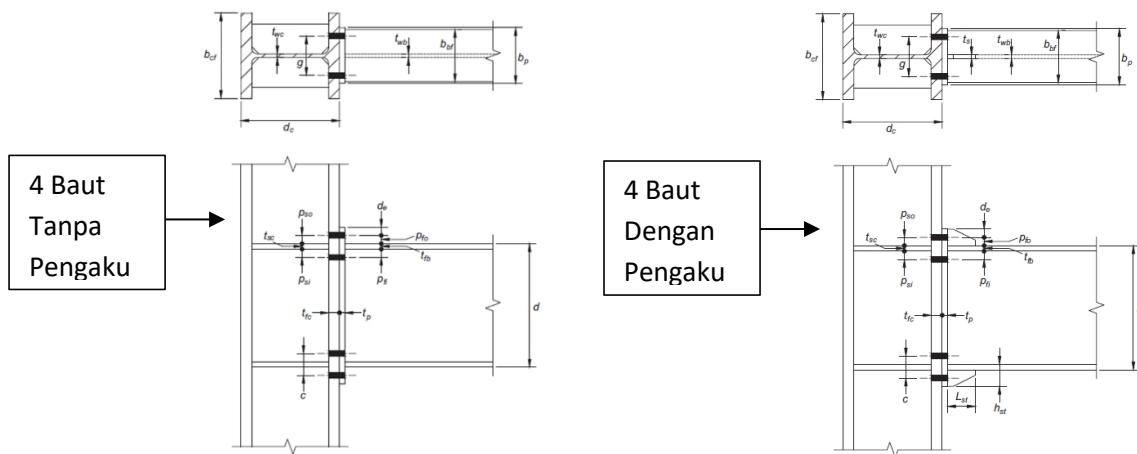


TABLE 6.1
Parametric Limitations on Prequalification

Parameter	Four-Bolt Unstiffened (4E)		Four-Bolt Stiffened (4ES)		Eight-Bolt Stiffened (8ES)	
	Maximum In. (mm)	Minimum In. (mm)	Maximum In. (mm)	Minimum In. (mm)	Maximum In. (mm)	Minimum In. (mm)
t_{bf}	9/16 (19)	5/8 (10)	9/16 (19)	5/8 (10)	1 (25)	5/16 (14)
b_{bf}	9 1/4 (235)	6 (152)	9 (229)	6 (152)	12 1/4 (311)	7 1/2 (190)
d	55 (1400)	13 3/4 (349)	24 (610)	13 3/4 (349)	36 (914)	18 (457)
t_p	2 1/4 (57)	1 1/2 (13)	1 1/2 (38)	1 1/2 (13)	2 1/2 (64)	3/4 (19)
b_p	10 3/4 (273)	7 (178)	10 3/4 (273)	7 (178)	15 (381)	9 (229)
g	6 (152)	4 (102)	6 (152)	3 1/4 (83)	6 (152)	5 (127)
p_{fi}, p_{fo}	4 1/2 (114)	1 1/2 (38)	5 1/2 (140)	1 1/4 (44)	2 (51)	1 1/8 (41)
p_b	—	—	—	—	3 3/4 (95)	3 1/2 (89)

b_{bf} = width of beam flange, in. (mm)

b_p = width of end-plate, in. (mm)

d = depth of connecting beam, in. (mm)

g = horizontal distance between bolts, in. (mm)

p_b = vertical distance between the inner and outer row of bolts in an 8ES connection, in. (mm)

p_{ff} = vertical distance from the inside of a beam tension flange to the nearest inside bolt row, in. (mm)

p_{fo} = vertical distance from the outside of a beam tension flange to the nearest outside bolt row, in. (mm)

t_{bf} = thickness of beam flange, in. (mm)

t_p = thickness of end-plate, in. (mm)

3. Menentukan diameter baut yang dibutuhkan ($d_{b'req}$) dan yang digunakan

$$d_{b'req} = \sqrt{\frac{2 M_f}{\pi \Phi_n F_{nt} (h_0 + h_1)}}$$

Tipe Baut	Diameter (mm)	Proof Stress (MPa)	Kuat Tarik Min (MPa)
A307	6,35-104	-	60
A325	12,7-25,4	585	825
A490	12,7-38,1	825	1035

F_{nt} = Kuat Tarik Baut sesuai spec. AISC (MPa)

$\Phi_n = 0,9$

h_0 = (mm) Lihat Tabel 6.2

h_1 = (mm) Lihat Tabel 6.2

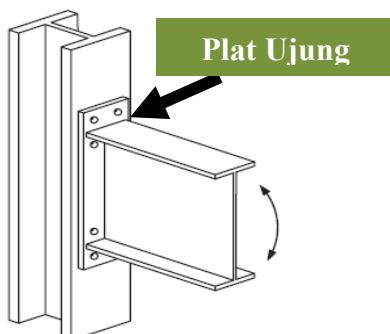
Tabel J3.3M – Dimensi Lubang Nominal, mm

Diameter Baut	Dimensi Lubang			
	Standar (Diameter)	Ukuran-lebih (Diameter)	Slot-Pendek (Lebar x Panjang)	Slot-Panjang (Lebar x Panjang)
M16	18	20	18 x 22	18 x 40
M20	22	24	22 x 26	22 x 50
M22	24	28	24 x 30	24 x 55
M24	27 ^[a]	30	27 x 32	27 x 60
M27	30	35	30 x 37	30 x 67
M30	33	38	33 x 40	33 x 75
≥ M36	$d + 3$	$d + 8$	$(d + 3) \times (d + 10)$	$(d + 3) \times 2,5d$

^[a] Izin yang diberikan memungkinkan penggunaan baut 1 in. jika diinginkan.

4. Menentukan tebal pelat ujung yang dibutuhkan dan yang digunakan

$$t_{p,req} = \sqrt{\frac{1.11 M_f}{\Phi_d F_{yp} Y_p}}$$



$\Phi_d = 0,9$

F_{yp} = Teg. Leleh Plat (MPa)

Y_p = Parameter Leleh Plat (mm)

TABLE 6.2
Summary of Four-Bolt Extended Unstiffened
End-Plate Yield Line Mechanism Parameter

End-Plate Geometry and Yield Line Pattern	Bolt Force Model
$Y_p = \frac{b_p}{2} \left[h_1 \left(\frac{1}{p_{fi}} + \frac{1}{s} \right) + h_0 \left(\frac{1}{p_{fi}} \right) - \frac{1}{2} \right] + \frac{2}{g} [h_1(p_{fi} + s)]$	$s = \frac{1}{2} \sqrt{b_p g}$ <p>Note: If $p_{fi} > s$, use $p_{fi} = s$.</p>

5. Menghitung gaya Flange balok

$$F_{fu} = \frac{M_f}{d - t_{bf}} \quad D = \text{Tinggi Balok (mm)}$$

t_{bf} = Tebal Flange Balok (mm)

6. Periksa leleh dan geser pada tambahan pelat

$$F_{fu}/2 \leq \phi_d R_n = \phi_d(0.6)F_{yp}b_p t_p \quad b_p = \text{Lebar Plat Ujung (mm)}$$

Lebar ini diambil sama dengan lebar balok
(Jika kontrol tidak oke, naikkan ketebalan Plat Ujung, atau ganti Mutu Baja Plat Ujung)

7. Keruntuhuan geser pada bagian tambahan plat

$$F_{fu}/2 \leq \phi_n R_n = \phi_n(0.6)F_{up}A_n \quad A_n = \text{Luas Area Netto Plat Ujung (mm}^2\text{)}$$

$$t_p [b_p - 2(d_b + 3)]$$

$$F_{up} = \text{Teg. Ultimate Plat Ujung (MPa)}$$

8. Menentukan tebal pelat Stiffner

$$t_s \geq t_{bw} \left(\frac{F_{yb}}{F_{ys}} \right) \quad F_{yb} = \text{Teg. Leleh Balok (MPa)}$$

$$F_{ys} = \text{Teg. Leleh Stiffner (MPa)}$$

$$t_{bw} = \text{Tebal Web Balok (mm)}$$

$$\frac{h_{st}}{t_s} \leq 0.56 \sqrt{\frac{E}{F_{ys}}}$$

Kontrol:

9. Periksa kekuatan Flange balok sisi tekan

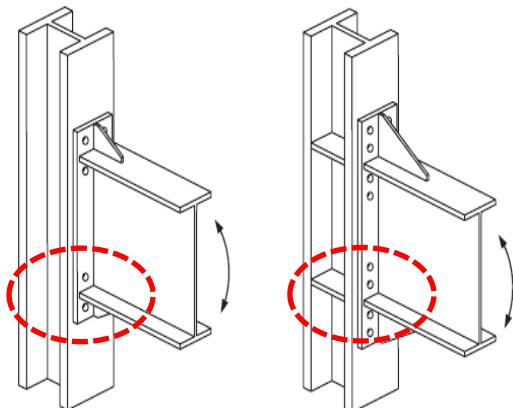
$$V_u \leq \phi_n R_n = \phi_n(n_b) F_{nv} A_b \quad A_b = \text{Luas Penampang Baut (mm}^2\text{)}$$

$$F_{nv} = \text{Kuat Geser Baut (MPa)}$$

$$n_b = \text{Jumlah Baut pada Flange sisi Tekan}$$

4 untuk jenis sambungan 4E dan 4ES

8 untuk jenis sambungan 8 ES



10. Periksa Keruntuhan Geser Baut pada plat ujung dan Flange kolom

$$V_u \leq \phi_n R_n = \phi_n(n_i)r_{ni} + \phi_n(n_o)r_{no}$$

t = Tebal Plat Ujung atau Flange Kolom (mm)
 L_c = Jarak bersih searah Gaya antar tepi

lubang baut (mm)

n_i = Jumlah Baut sisi Luar F_u = Kuat Tarik material Plat Ujung atau Kolom (MPa)

2 untuk jenis sambungan 4E dan 4ES

4 untuk jenis sambungan 8 ES

n_o = Jumlah Baut sisi dalam

2 untuk jenis sambungan 4E dan 4ES

4 untuk jenis sambungan 8 ES

r_{ni} = $1,2 L_c \cdot t \cdot F_u < 2,4 db \cdot t \cdot F_u$ (untuk Baut sisi dalam)

r_{no} = $1,2 L_c \cdot t \cdot F_u < 2,4 db \cdot t \cdot F_u$ (untuk Baut sisi luar)

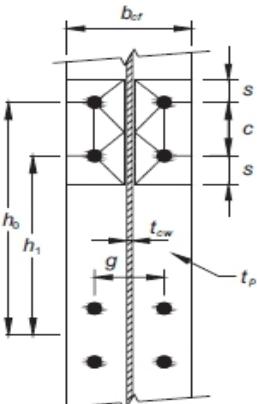
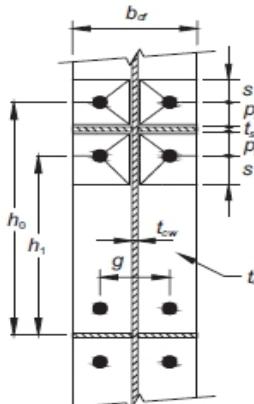
4.2. Kolom

1. Periksa Tekuk Lokal pada Flange Kolom

$$t_{cf} \geq \sqrt{\frac{1.11 M_f}{\Phi_d F_{yc} Y_c}}$$

$\Phi_d = 0,9$
 F_{yc} = Teg. Leleh Kolom (MPa)
 Y_c = Parameter Leleh Kolom (mm) lihat Tabel 6.5

TABLE 6.5
Summary of Four-Bolt Extended Column Flange Yield Line Mechanism Parameter

Unstiffened Column Flange Geometry and Yield Line Pattern		Stiffened Column Flange Geometry and Yield Line Pattern
		
Unstiffened Column Flange	$Y_c = \frac{b_{cf}}{2} \left[h_1 \left(\frac{1}{s} \right) + h_0 \left(\frac{1}{s} \right) \right] + \frac{2}{g} \left[h_1 \left(s + \frac{3c}{4} \right) + h_0 \left(s + \frac{c}{4} \right) + \frac{c^2}{2} \right] + \frac{g}{2}$ $s = \frac{1}{2} \sqrt{b_{cf} g}$	
Stiffened Column Flange	$Y_c = \frac{b_{cf}}{2} \left[h_1 \left(\frac{1}{s} + \frac{1}{p_{si}} \right) + h_0 \left(\frac{1}{s} + \frac{1}{p_{so}} \right) \right] + \frac{2}{g} \left[h_1 (s + p_{si}) + h_0 (s + p_{so}) \right]$ $s = \frac{1}{2} \sqrt{b_{cf} g}$ Note: If $p_{si} > s$, use $p_{si} = s$.	

2. Desain Kekuatan Flange Kolom

$$\phi_d R_n = \frac{\phi_d M_{cf}}{(d - t_{bf})} \longrightarrow \phi_d M_{cf} = \phi_d F_{yc} Y_c t_{cf}^2$$

Dengan Φ senilai, $\Phi = 0,75$

3. Periksa Kuat Leleh Web Kolom

$$F_{fu} \leq \phi_d R_n \quad R_n = C_t(6k_c + t_{bf} + 2t_p)F_{yc}t_{cw}$$

Syarat: dengan,

$c_t = 0,5$ (jika jarak dari kepala kolom ke sisi atas

balok $< d$ kolom), selain itu 1,0

k_c = jarak dari tepi luar flange kolom ke tepi web

4. Periksa Tekuk Lokal pada Web Kolom

$$R_n = \frac{24t_{cw}^3 \sqrt{EF_{yc}}}{h} \quad \text{Jika jarak dari kepala kolom ke sisi atas balok } > d/2 \text{ kolom}$$

$$R_n = \frac{12t_{cw}^3 \sqrt{EF_{yc}}}{h} \quad \text{Jika jarak dari kepala kolom ke sisi atas balok } < d/2 \text{ kolom}$$

$$F_{fu} \leq \phi R_n \quad h = \text{Jarak bersih antar 2 flange kolom}$$

Syarat:

5. Periksa Kekuatan Web Kolom

$$R_n = 0.80 t_{cw}^2 \left[1 + 3 \left(\frac{N}{d_c} \right) \left(\frac{t_{cw}}{t_{cf}} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{EF_{yc} t_{cf}}{t_{cw}}} \quad \text{Jika jarak dari kepala kolom ke sisi atas balok } > d/2 \text{ kolom}$$

Jika jarak dari kepala kolom ke sisi atas balok $< d/2$ kolom:

$$R_n = 0.40 t_{cw}^2 \left[1 + 3 \left(\frac{N}{d_c} \right) \left(\frac{t_{cw}}{t_{cf}} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{EF_{yc} t_{cf}}{t_{cw}}} \quad \text{Jika } N/d_c < 0,2$$

$$R_n = 0.40 t_{cw}^2 \left[1 + \left(\frac{4N}{d_c} - 0.2 \right) \left(\frac{t_{cw}}{t_{cf}} \right)^{1.5} \right] \sqrt{\frac{EF_{yc} t_{cf}}{t_{cw}}} \quad \text{Jika } N/d_c > 0,2$$

Kontrol: $F_{fu} \leq \phi R_n$

$N = b_f + 2w + 2t_p$ (mm)
 $d_c = \text{Tinggi total Kolom}$ (mm)
 $t_p = \text{Tebal Plat Ujung}$ (mm)
 $w = \text{Panjang Pengelasan (jika diperlukan)}$ (mm)

6. Hitung Kekuatan yang Diperlukan Untuk Stiffner kolom

$$F_{su} = F_{fu} - \min(\phi R_n)$$

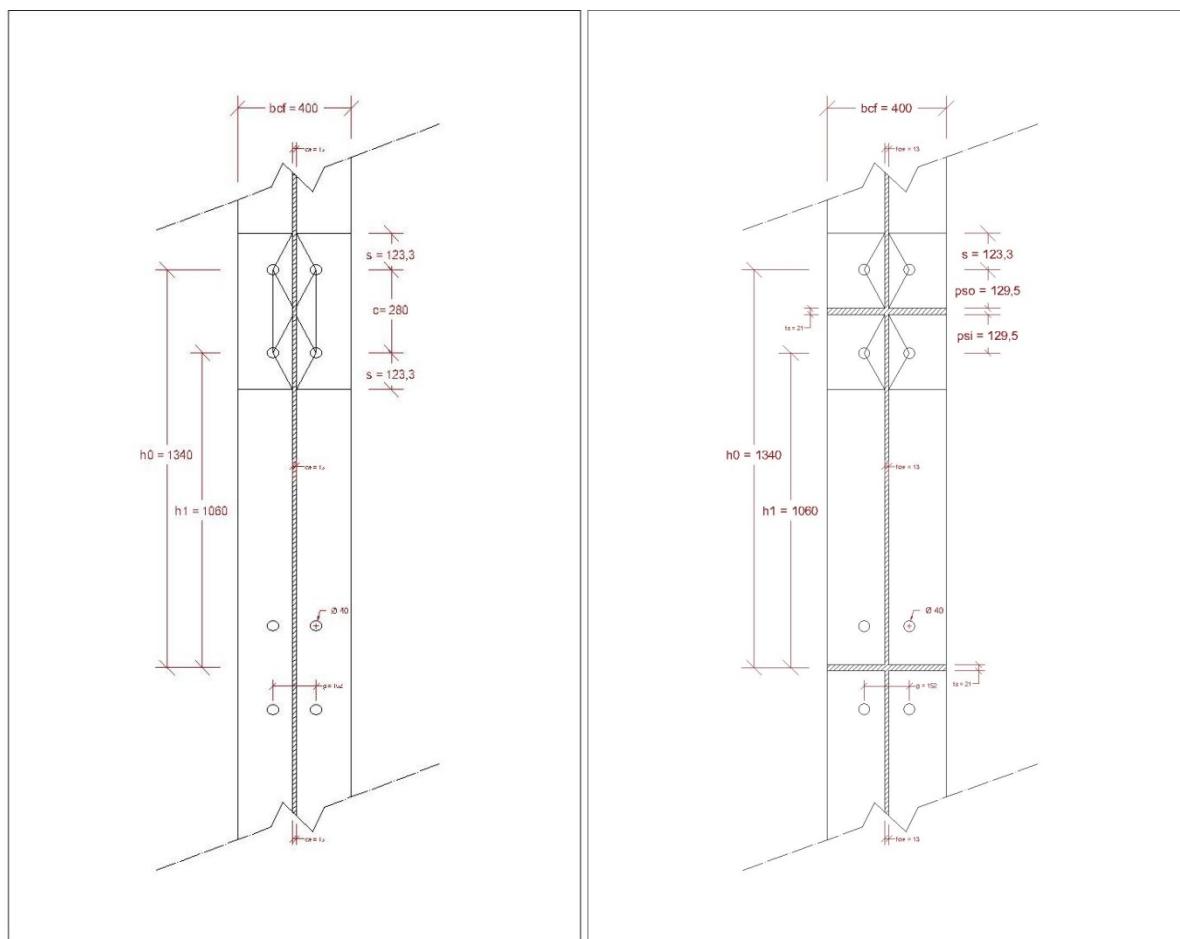
Digunakan Stiffner: Continuity Plates dengan ketebalan min 75% tebal Web Kolom

ΦR_n diambil nilai terkecil dari:

- Step #2 (kekuatan flange kolom)
- Step #3 (kuat leleh web kolom)
- Step #4 (tekuk lokal web kolom)
- Step #5 (kekuatan web kolom)

4.3. Gambar sambungan balok

Contoh:



BAB V

DESAIN PLAT DASAR KOLOM

5.1. Hitung Kuat Tumpu Pondasi Beton yang Dibutuhkan

$$P_p = 0,85 f'_c A \quad \text{dengan,} \quad A = B \cdot N$$

5.2. Hitung Nilai Kekuatan yang Dibutuhkan Untuk Plat Landasan

$$M_{pl} = 1/2 f_p l^2 \longrightarrow f_p = P_u/A \leq f_{p(max)} \quad \text{Dan}$$

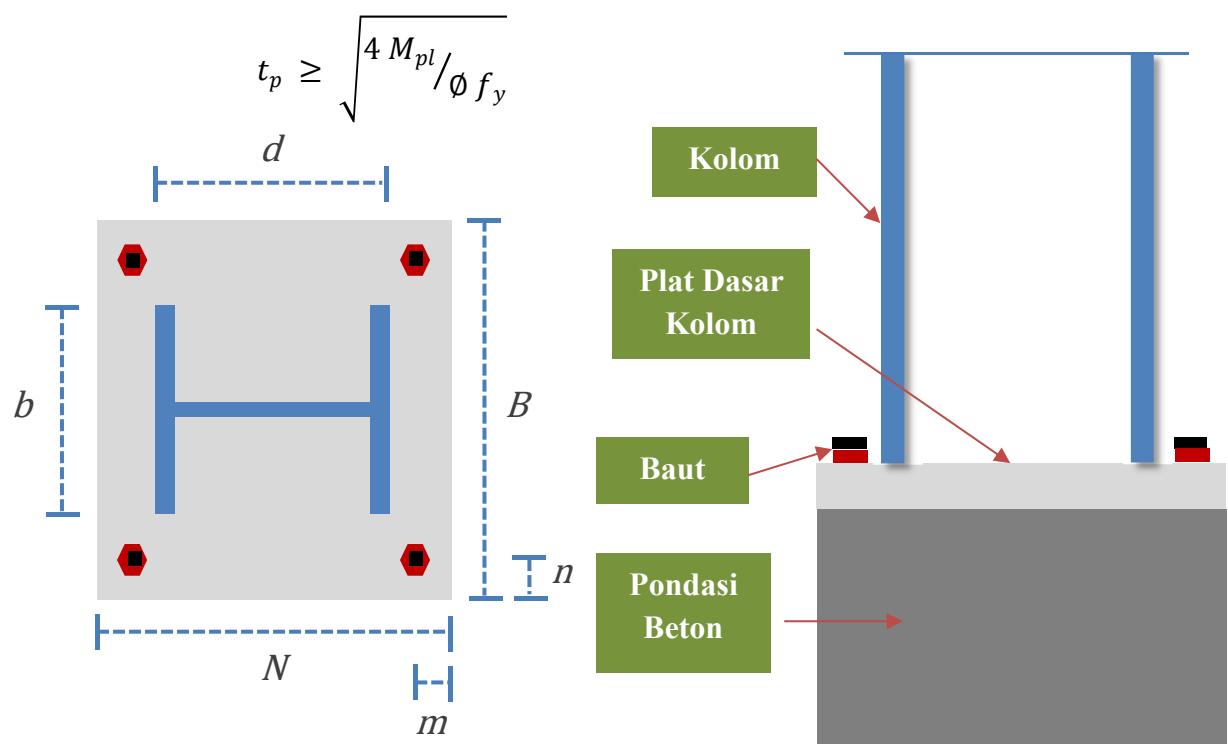
Dengan menggunakan nilai $\phi_c = 0,65$ $f_{p(max)} = \phi_c 0,85 f'_c$

5.3. Cari Nilai terbesar diantara (m), (n), dan ($\lambda n'$) untuk dipilih menjadi nilai "(l)"

- $m = N - 0,95 d/2$
- $n = B - 0,8 b_f/2$
- $\lambda n' = 1/4 \lambda \sqrt{d b_f}$ dengan, $\lambda = 2 \sqrt{x}/1 + \sqrt{1 - x} \leq 1$ dan

$$x = \left\{ 4 d b_f / (d + b_f)^2 \right\} P_u / \phi_c P_p$$

5.4. Hitung Tebal Minimum Plat Dasar Kolom



BAB VI

ESTIMASI BIAYA

6.1. Volume pekerjaan

1. Perhitungan Volume Baja Profil
2. Perhitungan Volume Plat Beton
3. Perhitungan Volume Dinding, Penutup Dinding, dan Penutup Lantai
4. Perhitungan Volume Pengecatan Baja Profil
5. Perhitungan Volume Plafond
6. Perhitungan Volume Kusen Pintu dan Jendela

6.2. Analisa harga satuan

Perhitungan Analisa Harga Satuan Pekerjaan Pemasangan Baja Profil

No	Uraian	Kode	Satuan	Koefisien	Harga Satuan (Rp)	Jumlah Harga (Rp)
A	TENAGA					
	Pekerja	L.01	OH	0,060		
	Tukang Las Konstruksi	L.03	OH	0,060		
	Kepala tukang	L.03	OH	0,006		
	Mandor	L.04	OH	0,003		
					JUMLAH TENAGA KERJA	
B	BAHAN					
	Besi Profil		Kg		1,150	
					JUMLAH HARGA BAHAN	
C	PERALATAN					
					JUMLAH HARGA ALAT	
D	Jumlah (A+B+C)					
E	Overhead & Profit (Contoh 15%)			15% x D		
F	Harga Satuan Pekerjaan (D+E)					

6.3. Rencana anggaran biaya

No	Uraian Pekerjaan	Harga Satuan	Volume	Biaya
1	Pekerjaan Pemasangan Kuda-Kuda			
2	Pekerjaan Pemasangan Gording			
3	Pekerjaan Pemasangan Penutup Atap			
4	Pekerjaan Pemasangan Bubungan Nok			
A	Total Biaya			
B	PPN 10% (10% * A)			
	Total Biaya Setelah PPN (A + B)			

6.4. Gambar

1. Gambar Denah – Merupakan Gambar Tampak Atas Denah Penutup Atap
2. Gambar Potongan – Merupakan Gambar Melintang dari Rangka Penutup Atap
3. Gambar Detail Sambungan – Merupakan Gambar lebih detail dari Sambungan

