



UPH
UNIVERSITAS PELITA HARAPAN

FAKULTAS DESAIN dan TEKNIK PERENCANAAN
UJIAN TENGAH SEMESTER (U T S)
GENAP TAHUN AKADEMIK 2010 / 2011

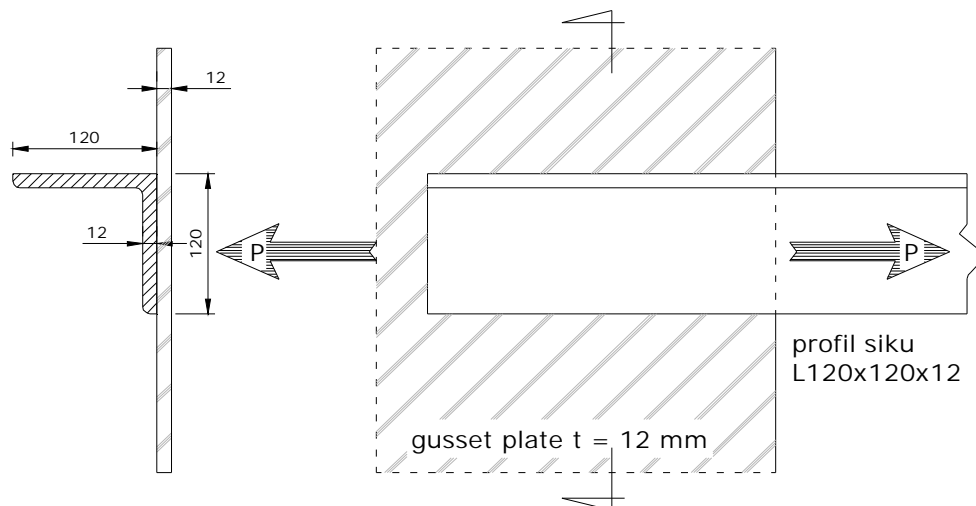
Jurusan	: TEKNIK SIPIL	Hari / Tanggal	: Jumat / 4 Maret 2011
Kd. Kelas	: AIJ	Waktu	: 07:15 – 09:00
Mata Ujian	: Struktur Baja 1	SKS	: 2
Dosen	: Dr. Ir. Wiryanto Dewobroto, MT.	Sifat Ujian	: note tulisan tangan 1 lbr

Teori : (Bobot 25%)

1. Berdasarkan **orientasi baut** terhadap bekerjanya gaya yang dialihkan pada sambungan, berikan contoh bentuk-bentuk sambungannya (gambar / sketch). Dari segi efisiensi penggunaan baut mana yang lebih baik, mengapa ?
2. Apa yang dimaksud **shear lag**, pada kondisi apa terjadi. Apakah bisa hilang. Berikan contoh sketch sambungan dengan **shear lag** dan yang tidak.
3. Jelaskan apa yang dimaksud dengan **mekanisme slip kritis** dan **mekanisme tumpu**. Kenapa bisa terjadi mekanisme baut slip kritis, dan faktor-faktor yang mempengaruhi. Bilamana suatu sambungan harus memakai mekanisme-mekanisme tersebut.
4. Tentang sambungan sistem geser baut mutu tinggi dan sistem las, dapatkah keduanya **disatukan** dengan cara kumulatif, argumentasi apa yang mendasari jawabanmu.
5. Apa yang dimaksud dengan **prying force**, jelaskan.

Hitungan (Bobot 75%)

Diketahui profil siku tunggal L120x120x12 dan *gusset plate* tebal 12 mm, mutu ASTM A36 atau setara, disambung dengan **baut mutu tinggi ASTM A325**, M20 (diameter 20 mm) .
Tampak elemen dan potongan sambungan sebagai berikut (gambar bautnya belum ada) :



Rencanakan jumlah dan penempatan baut mutu tinggi pada sistem sambungan di atas agar hasilnya optimum dari sisi penggunaan bahan material, untuk itu kerjakan hal-hal berikut :

1. Gambar **sistem sambungan** yang anda hitung, skala proporsional,
2. Agar hasilnya optimum tetapi memenuhi kriteria LRFD AISC 2005 maka **hal-hal apa yang perlu diperiksa** pada perencanaan sistem sambungan anda. **Apa yang kritis dan menentukan** , tunjukkan dalam hitungan saudara.
3. Berapa **P maksimum ijin** (beban kerja maksimum) yang dapat bekerja secara aman pada sistem sambungan tersebut

Lampiran :

TABLE J3.2 Nominal Stress of Fasteners and Threaded Parts, ksi (MPa)		
Description of Fasteners	Nominal Tensile Stress, F_{t1} , ksi (MPa)	Nominal Shear Stress in Bearing-Type Connections, F_{nv} , ksi (MPa)
A307 bolts	45 (310) ^{[a][b]}	24 (165) ^{[b][c][f]}
A325 or A325M bolts, when threads are not excluded from shear planes	90 (620) ^[e]	48 (330) ^[f]
A325 or A325M bolts, when threads are excluded from shear planes	90 (620) ^[e]	60 (414) ^[f]

TABLE J3.3M Nominal Hole Dimensions, mm				
Bolt Diameter	Hole Dimensions			
	Standard (Dia.)	Oversize (Dia.)	Short-Slot (Width × Length)	Long-Slot (Width × Length)
M16	18	20	18 × 22	18 × 40
M20	22	24	22 × 26	22 × 50
M22	24	28	24 × 30	24 × 55
M24	27 ^[a]	30	27 × 32	27 × 60
M27	30	35	30 × 37	30 × 67
M30	33	38	33 × 40	33 × 75
≥M36	$d + 3$	$d + 8$	$(d + 3) \times (d + 10)$	$(d + 3) \times 2.5d$

^[a]Clearance provided allows the use of a 1-in. bolt if desirable.



TABLE 3 Tensile Requirements^A

Plates, Shapes, ^B and Bars:	
Tensile strength, ksi [MPa]	58–80 [400–550]
Yield point, min, ksi [MPa]	36 [250] ^C
Plates and Bars ^{D,E} :	
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min, %	23
Shapes:	
Elongation in 8 in. [200 mm], min, %	20
Elongation in 2 in. [50 mm], min, %	21 ^B

^ASee the Orientation subsection in the Tension Tests section of Specification A 6/A 6M.

^BFor wide flange shapes with flange thickness over 3 in. [75 mm], the 80 ksi [550 MPa] maximum tensile strength does not apply and a minimum elongation in 2 in. [50 mm] of 19 % applies.

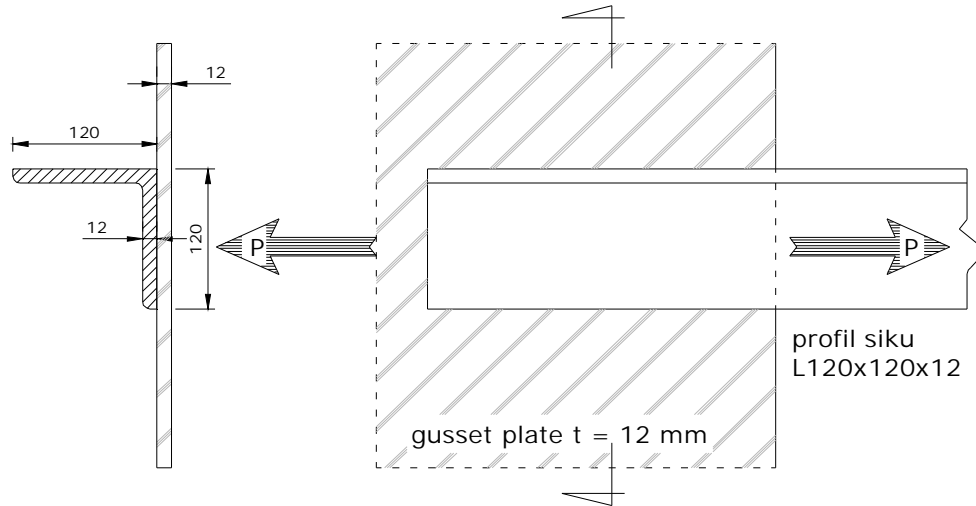
^CYield point 32 ksi [220 MPa] for plates over 8 in. [200 mm] in thickness.

^DElongation not required to be determined for floor plate.

^EFor plates wider than 24 in. [600 mm], the elongation requirement is reduced two percentage points. See the Elongation Requirement Adjustments subsection under the Tension Tests section of Specification A 6/A 6M.

Jawaban tentang soal HITUNGAN: (versi 11 Maret 2011 pk 09:00)

Hanya diketahui baut M20 (diameter 20mm) ASTM A3235 dan gambar berikut:

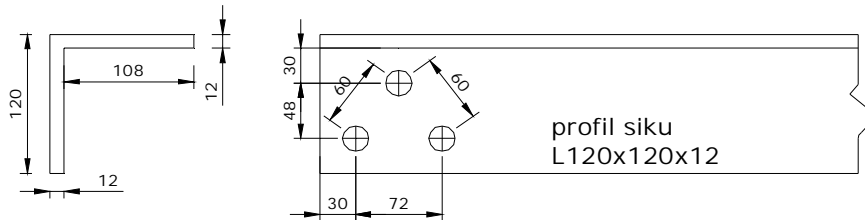


Diminta untuk merencanakan sambungan secara optimal, yaitu aman tetapi menggunakan bahan yang sekecil mungkin.

Gaya P dari gambar di atas alihkan dari [1] pelat (gusset plate 12mm) ke [2] profil siku L120 melalui [3] baut dengan orientasi geser. Jadi ada tiga material yang harus diperiksa.

 ** Profil Siku L120 sebagai batang tarik **

Kekuatan batang tarik ditentukan oleh variabel
 Kuat Bahan
 F_y (yield point) = 250 MPa
 F_u (tensile strength) = 400 MPa (nilai konservatif)



Luas penampang gross (tanpa lobang)
 $A_g = 12 \cdot 120 + 108 \cdot 12 = 2736 \text{ mm}^2$

Keruntuhan leleh
 $P_u \text{ siku} = \phi P_n = 0.9 \cdot A_g \cdot F_y = 0.9 \cdot 2736 \cdot 250 / 1000 = 615.6 \text{ kN}$

Untuk mencari luas penampang netto (A_n) dan luas penampang efektif (A_e) maka lokasi penempatan baut perlu dibuat.

Jarak antar baut = $3D = 60 \text{ mm}$, jarak ke tepi pelat $1.5D = 30 \text{ mm}$. Posisi penempatan baut yang optimum telah dicobakan seperti konfigurasi gambar di atas. Adapun lubang baut dibuat pakai bor maka :

Luas penampang netto (dengan lobang)

Tinjau potongan vertikal : $A_n = A_g - (20 + 2) * 12 = 2472 \text{ mm}^2$

Tinjau potongan zigzag : $A_n = A_g - (20 + 2) * 12 * 2 + (s^2 / 4g)$

$A_n = 2208 + (36^2 / (4 * 48)) = 2215 \text{ mm}^2$ ** govern **

Untuk memperhitungkan shear-lag perlu tahu jumlah baut dan panjang penyambungan (L), untuk itu anggap bahwa yang menentukan adalah keruntuhan leleh.

Baut geser $F_{nv} = 330 \text{ MPa}$ (lihat Tabel J3.2)

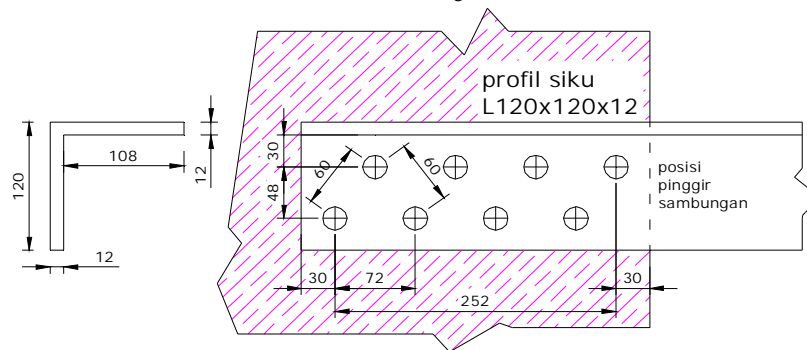
Luas baut M20 adalah $A_{bolt} = \frac{1}{4} \pi D^2 = 0.25 \pi * 20^2 = 314 \text{ mm}^2$

$P_u \text{ baut} = \phi P_n \text{ baut} = 0.75 * 314 * 330 / 1000 = 77.7 \text{ kN / baut}$ (geser tunggal).

$n \text{ baut} = P_u \text{ siku} / P_u \text{ baut} = 615.6 / 77.7 = 7.922 \rightarrow$ digunakan 8 M20 A325.

Jadi detail penempatan baut menjadi.

Titik berat siku $x = (108 * 12 * 6 + 120 * 12 * 60) / A_g = 34.4 \text{ mm}$



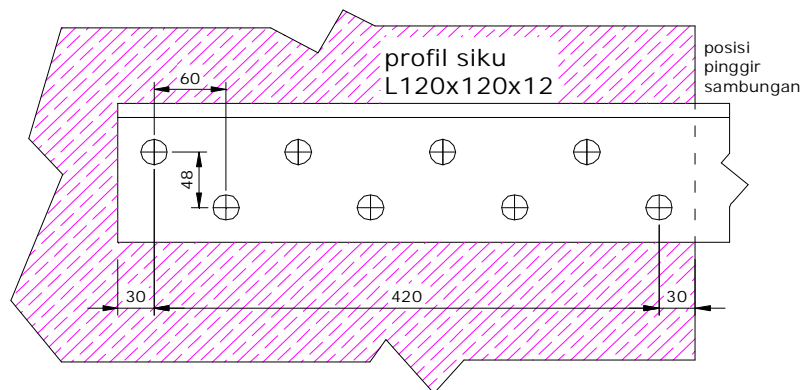
Faktor untuk memperhitungkan shear lag adalah $U = 1 - \frac{x}{L} = 1 - \frac{34.4}{252} = 0.864$

Luas potongan efektif $A_e = U * A_n = 0.864 * 2215 = 1914 \text{ mm}^2$.

Keruntuhan *fracture*

$P_u \text{ siku} = \phi P_n = 0.75 * A_e * F_u = 0.75 * 1914 * 400 / 1000 = 571.4 \text{ kN}$ ** govern **

Penempatan lubang mengurangi kekuatan sambungan oleh karena itu agar optimum maka perlu dilakukan perubahan konfigurasi.



Hitung ulang A_n dan A_e sebagai berikut:

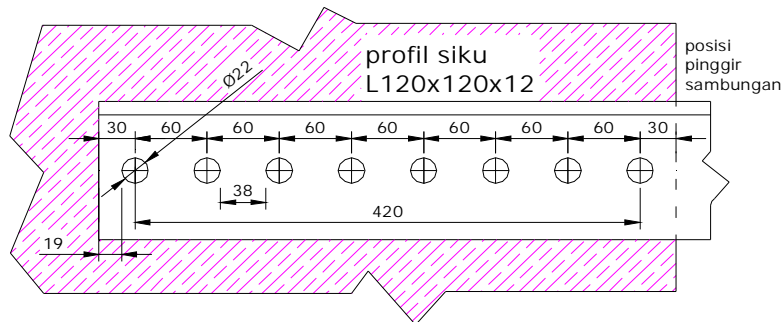
Luas penampang netto (dengan lobang)

Tinjau potongan vertikal : $A_n = A_g - (20 + 2) * 12 = 2472 \text{ mm}^2$

Tinjau potongan zigzag : $A_n = A_g - (20 + 2) * 12 * 2 + (s^2 / 4g)$

$$A_n = 2208 + (60^2 / (4 * 48)) = 2227 \text{ mm}^2 \quad \text{** govern **}$$

Ternyata penempatan baut zigzag sangat mempengaruhi A_n (luas penampang netto). Oleh karena itu konfigurasi nya perlu diubah lagi menjadi cukup satu garis saja, sbb:



Luas penampang netto (dengan lobang)

Tinjau potongan vertikal : $A_n = A_g - (20 + 2) * 12 = 2472 \text{ mm}^2$

Faktor untuk memperhitungkan shear lag adalah $U = 1 - \frac{x}{L} = 1 - \frac{34.4}{420} = 0.92$

Luas potongan efektif $A_e = U * A_n = 0.92 * 2472 = 2274 \text{ mm}^2$.

Keruntuhan *fracture*

P_u siku = $\phi P_n = 0.75 * A_e * F_u = 0.75 * 2274 * 400 / 1000 = 682 \text{ kN}$

>>>>> keruntuhan leleh (616 kN) jadi pengaruh lobang menjadi tidak signifikan.

 ** Keruntuhan dengan mekanisme tumpu baut. **

Tinjau kondisi keruntuhan dengan mekanisme tumpu, karena tebal pelat dan tebal profil adalah sama, yaitu 12 mm, maka perhitungan mekanisme tumpu berikut digunakan bersama.

*** Keruntuhan tumpu (gusset plate dan profil siku)

Tinjau bagian pelat tepi (perhatikan jarak-jarak pada gambar di atas) :

$R_n = 1.2L_c t F_u \leq 2.4 d t F_u$ deformasi layan dipertimbangkan (AISC-LRFD J3-10)

$R_n = 1.2 * 19 * 12 * 400 \leq 2.4 * 22 * 12 * 400$

$R_n = 109,440 \leq 253,440.0 \rightarrow \therefore R_{nTepi} = 109.44 \text{ kN}$

Tinjau bagian pelat bagian dalam:

$R_n = 1.2L_c t F_u \leq 2.4 d t F_u$

$R_n = 1.2 * 38 * 12 * 400 \leq 2.4 * 22 * 12 * 400$

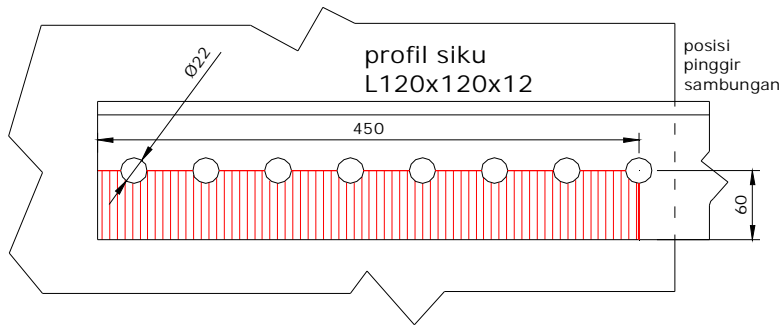
$R_n = 218,880 \leq 253,440 \rightarrow \therefore R_{nB} = R_{nC} = 218.88 \text{ kN}$

Jadi kekuatan ijin pelat terhadap bahaya tumpu

$P_u = \phi (R_{nTepi} + R_{nDalam}) = 0.75 (109.44 + 7 * 218.88) = 1231.2 \text{ kN} \quad \text{** not govern **}$

 ** Keruntuhan dengan mekanisme geser blok. **

Karena gusset plate ukurannya tidak terbatas (karena tidak ada penjelasan pada soal) maka keruntuhan geser blok tidak terjadi pada gusset-plate. Sedangkan profil siku yang disambung tidak menyeluruh, yaitu hanya satu sisi saja (oleh karena itu ada pengaruh **shear-lag**) maka dimungkinkan akan terjadi geser blok pada profil siku. Ini yang akan kita check sbb :



Diameter lobang baut M20 standar adalah 22 mm

Luas Geser

$$A_{gv} = 450 * 12 = 5400 \text{ mm}^2$$

$$A_{nv} = (450 - 7.5 * 22) * 12 = 3420 \text{ mm}^2$$

Luas Tarik

$$A_{gt} = 60 * 12 = 720 \text{ mm}^2$$

$$A_{nt} = (60 - 0.5 * 22) * 12 = 588 \text{ mm}^2$$

Kuat Geser-Blok memakai (AISC-LRFD J4-5)

$$\phi R_n = \phi [0.6 F_u A_{nv} + U_{bs} F_u A_{nt}] \leq \phi [0.6 F_y A_{gv} + U_{bs} F_u A_{nt}]$$

Anggap tegangan tarik yang bekerja adalah uniform sehingga $U_{bs} = 1.0$

$$\begin{aligned} \phi R_n &= \phi [0.6 F_u A_{nv} + U_{bs} F_u A_{nt}] \leq \phi [0.6 F_y A_{gv} + U_{bs} F_u A_{nt}] \\ &= 0.75 [0.6 * 400 * 3420 + 1 * 400 * 588] \leq 0.75 [0.6 * 250 * 5400 + 1 * 400 * 588] \\ &= 792 * 10^3 \leq 783.9 * 10^3 \end{aligned}$$

Jadi kekuatan profil terhadap bahaya geser blok

$$R_u = \phi R_n = 783.9 * 10^3 \text{ N} = 783.9 \text{ kN} > P_u \text{ siku} = 615.6 \text{ kN}$$

Jadi konfigurasi sambungan mampu mengalihkan gaya sekuat profil L120x120x12 sebesar

$$P_u \text{ siku} = 615 \text{ kN} \quad (\text{keruntuhan leleh} \rightarrow \text{paling efisien})$$