

# STRUKTUR BAJA 1

## MODUL 3

### Sesi 3

### Batang Tarik (*Tension Member*)

Materi Pembelajaran :

10. WORKSHOP/PELATIHAN II – PERENCANAAN DAN EVALUASI STRUKTUR.

Tujuan Pembelajaran :

- Mahasiswa dapat melakukan Perancangan dan Evaluasi Batang Tarik, dengan metode LRFD dan metode ASD.

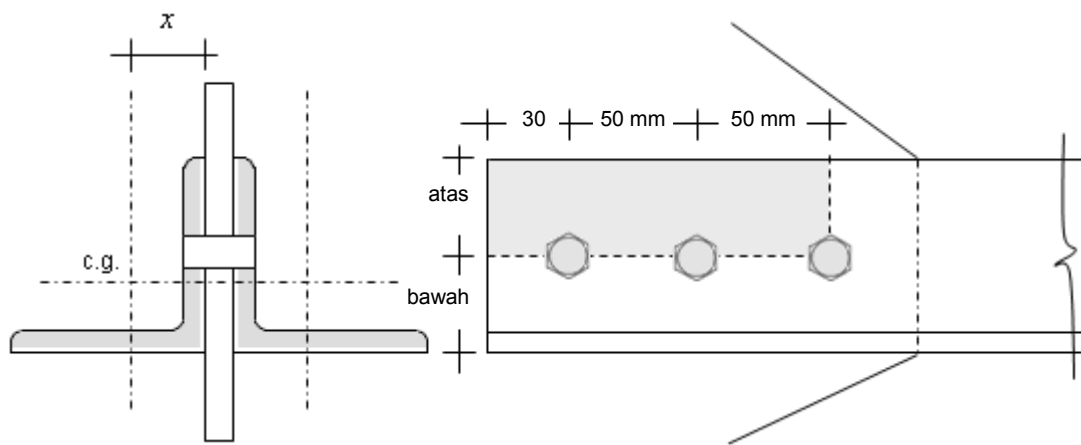
#### DAFTAR PUSTAKA

- Agus Setiawan, "Perencanaan Struktur Baja Dengan Metode LRFD (Berdasarkan SNI 03-1729-2002)", Penerbit AIRLANGGA, Jakarta, 2008.
- AISC, "Specification for Structural Steel Buildings, 2010
- Charles G. Salmon, Jhon E. Johnson, "STRUKTUR BAJA, Design dan Perilaku", Jilid 1, Penerbit AIRLANGGA, Jakarta, 1990.
- Departemen Pekerjaan Umum, "PEDOMAN PERENCANAAN PEMBEBANAN UNTUK RUMAH DAN GEDUNG (PPPURG 1987)", Yayasan Badan Penerbit PU, Jakarta, 1987.
- "PERATURAN PERENCANAAN BANGUNAN BAJA (PPBBI)", Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, 1984.
- SNI 03 - 1729 – 2002. Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung.
- RESEARCH COUNCIL ON STRUCTURAL CONNECTIONS, c/o AISC, "Specification for Structural Joints Using High-Strength Bolts (*ASTM A325 or A490 Bolts*)", 2009.
- William T. Segui, "STEEL DESIGN", THOMSON, 2007.

## LATIHAN 2

### PERENCANAAN – EVALUASI BATANG TARIK

Pada suatu struktur bekerja beban mati sebesar  $D = 110,0$  kN, beban hidup  $L = 13,0$  kN ( $\gamma_L = 0,5$ ), beban angin  $W = 5,0$  kN. Beban diatas bekerja pada batang tarik dengan penampang baja siku ganda, mutu BJ-34. Panjang batang  $L_k = 2,00$  m. **Rencanakanlah** dimensi batang tarik tersebut berdasarkan metode ASD (PPBBI 1984) dan lakukan **evaluasi** dengan metode LRFD (SNI 03-1729-2002). Diameter baut nominal  $d_n = 12$  mm, jumlah baut 3 buah, jarak tepi dan jarak antara baut lihat gambar, jarak atas dan bawah  $\frac{1}{2}$  tinggi flens. Pengaruh besar beban terhadap jumlah baut dan ukuran baut diabaikan.



Gambar 19.

Penyelesaian :

Data-data :

Mutu baja BJ-34,  $f_y = 210$  Mpa,  $f_u = 340$  Mpa.

Panjang batang tarik,  $L_k = 2,00$  meter.

Beban-beban yang bekerja,

- Beban mati,  $D = 110,0$  kN.
- Beban Hidup,  $L = 13$  kN, ( $\gamma_L = 0,5$ ).
- Beban Angin,  $W = 5,0$  kN.

Baut,  $d_n = 12$  mm, diameter lobang  $d = d_n + 2 \text{ mm} = 14$  mm.

#### A). Perencanaan Dengan Metode ASD (PPBBI 1984).

Faktor tahanan 0,75 untuk penampang batang tarik berlobang.

##### 1). Kombinasi muatan.

###### a Pembebanan Tetap.

$$D + L = 110,0 \text{ kN} + 13 \text{ kN} = 123 \text{ kN}.$$

###### b Pembebanan Sementara.

$$D + L + W = 110 \text{ kN} + 13 \text{ kN} + 5 \text{ kN} = 128 \text{ kN}.$$

## 2). Perencanaan Dimensi Profil.

### a Pembebanan Tetap.

$$\sigma \leq (\text{faktor tahanan}) \cdot \frac{fy}{1,5}, \text{ atau}$$

$$\frac{P}{A_{net}} \leq (0,75) \cdot \frac{fy}{1,5}, \text{ atau}$$

$$A_{net} \geq \frac{123000 \text{ N}}{0,75 \cdot \frac{(210 \text{ MPa})}{1,5}} = 1171,4 \text{ mm}^2.$$

$$A_g \geq \frac{A_{net}}{85\%} = 1171,4/0,85 = 1378,2 \text{ mm}^2 = 13,78 \text{ cm}^2 (2 \text{ profil})$$

### b Pembebanan Sementara.

$$\sigma \leq (\text{faktor tahanan}) \cdot (1,3) \cdot \frac{fy}{1,5}, \text{ atau}$$

$$\frac{P}{A_{net}} \leq (0,75) \cdot (1,3) \cdot \frac{fy}{1,5}, \text{ atau}$$

$$A_{net} \geq \frac{128000 \text{ N}}{(0,75) \cdot (1,3) \cdot \frac{(210 \text{ MPa})}{1,5}} = 937,7 \text{ mm}^2.$$

$$A_g \geq \frac{A_{net}}{85\%} = 937,7/0,85 = 1103,2 \text{ mm}^2 = 11,03 \text{ cm}^2 (2 \text{ profil})$$

Yang menentukan adalah akibat pembebanan tetap, yaitu  $A_g = 13,78 \text{ cm}^2$  (untuk 2 profil). Untuk satu profil,  $\frac{1}{2} A_g = 6,89 \text{ cm}^2$ .

### c Angka kelangsingan minimum.

Untuk mendapatkan profil yang tepat dalam perencanaan, maka tinjauan terhadap angka kelangsingan harus dilakukan sebagai berikut,

$$\lambda = \frac{Lk}{i_{min}} \leq 240, \text{ atau}$$

$$i_{min} \geq \frac{Lk}{\lambda} = \frac{200 \text{ cm}}{240} = 0,83 \text{ cm (batas jari-jari inertia)}$$

Untuk profil tunggal,  $i_{min} = i_{\eta}$  (tabel).

Untuk profil ganda,  $i_{min} = i_x = i_y$  (tabel).

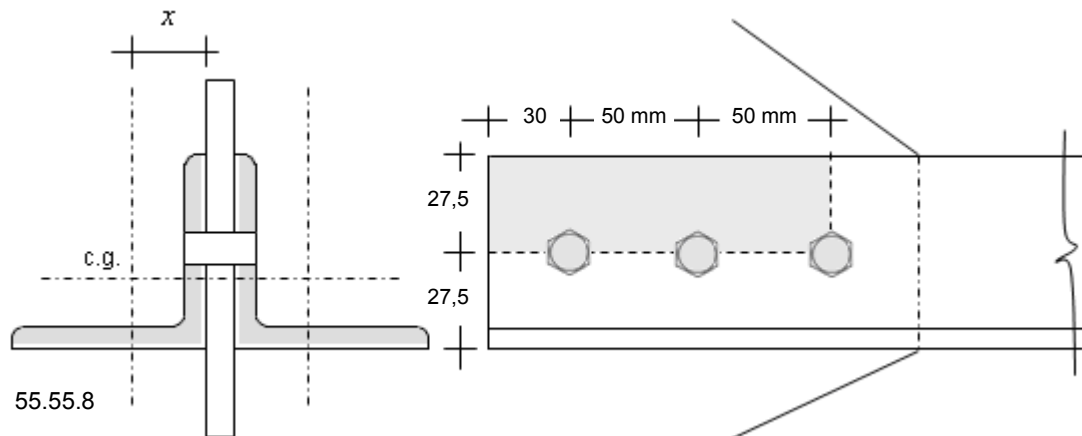
### d Rencana dimensi profil.

Pakai profil 55.55.8

Data-data :  $F = 8,23 \text{ cm}^2$  ;  $A_g = 2F = 2 \cdot (8,23 \text{ cm}^2) = 16,46 \text{ cm}^2 = 1646 \text{ mm}^2$  ;

$e = 1,64 \text{ cm}$  ;  $i_{min} = i_x = 1,64 \text{ cm}$  (profil ganda).

**B). Evaluasi Dengan Metode LRFD (SNI -01729-2002).**



Gambar 20 :  $d_n = 12 \text{ mm}$ ,  $d = 14 \text{ mm}$ , tebal sayap baja siku = 8 mm.

1). Kombinasi muatan,

1.  $1,4 D$ .
2.  $1,2 D + 1,6 L + 0,5 (La \text{ atau } H)$
3.  $1,2 D + 1,6 (La \text{ atau } H) + (\gamma_L L \text{ atau } 0,8 W)$ . Kombinasi ini tidak perlu.
4.  $1,2 D + 1,6 (La \text{ atau } H) + (\gamma_L L \text{ atau } 0,8 W)$ . Kombinasi ini tidak perlu.
5.  $1,2 D + 1,3 W + \gamma_L L + 0,5 (La \text{ atau } H)$ .
6.  $1,2 D \pm 1,0 E + \gamma_L L$ . Kombinasi ini tidak perlu.
7.  $0,9 D \pm (1,3 W \text{ atau } 1,0 E)$ . Kombinasi ini tidak perlu.

Maka,

1.  $1,4 D = 1,4 \cdot (110 \text{ kN}) = 154,00 \text{ kN}$ .
2.  $1,2 D + 1,6 L + 0,5 (La \text{ atau } H) = 1,2 \cdot (110 \text{ kN}) + 1,6 \cdot (13 \text{ kN}) = 152,80 \text{ kN}$
5.  $1,2 D + 1,3 W + 0,5 \cdot L = 1,2 \cdot (110 \text{ kN}) + 1,3 \cdot (5 \text{ kN}) + 0,5 \cdot (13 \text{ kN}) = 145,00 \text{ kN}$ .

Yang menentukan adalah kombinasi (1) dan (2), dengan beban terbesar,  
 $N_u = 154,00 \text{ kN}$ .

2). Kekuatan tarik nominal terfaktor ( $N_u$ ).

1. Kondisi Leleh.

$$N_u \leq \phi N_n = \phi \cdot A_g \cdot f_y = 0,90 \cdot (1646 \text{ mm}^2) \cdot (210 \text{ Mpa}) = 311094 \text{ N}$$

$$N_u \leq \phi N_n = 311,1 \text{ kN} > 154,0 \text{ kN (memenuhi)}.$$

2. Kondisi fraktur/putus terletak pada sambungan.

Luas penampang netto (potongan melalui satu lobang paku),

$$A_{net} = (1646 \text{ mm}^2) - (14 \text{ mm}) \cdot (2 \times 8 \text{ mm}) = 1422 \text{ mm}^2.$$

Luas penampang netto efektif,

$$U = 1 - (x/L) \leq 0,9$$

$$= 1 - (16,4/100) = 0,836 < 0,9$$

Maka,

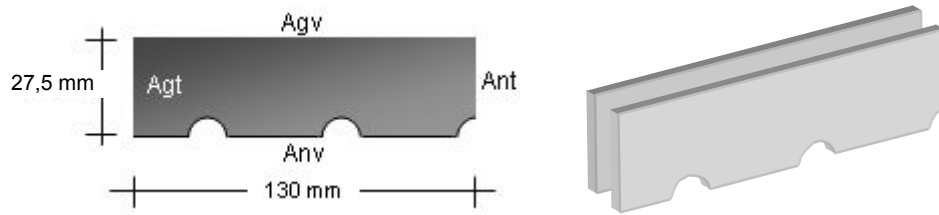
$$A_e = U \cdot A_{net} = 0,836 \cdot (1422 \text{ mm}^2) = 1188,8 \text{ mm}^2.$$

$$N_u \leq \phi N_n = \phi \cdot A_e \cdot f_u = 0,75 \cdot (1188,8 \text{ mm}^2) \cdot (340 \text{ Mpa}) = 303142 \text{ N}$$

$$N_u \leq \phi N_n = 303,1 \text{ kN} > 154,0 \text{ kN (memenuhi)}.$$

3. Kondisi geser blok.

Anggap yang mengalami geser blok adalah flens (sayap) baja siku.



Gambar 21 :  $d_n = 12 \text{ mm}$ ,  $d = 14 \text{ mm}$ , tebal sayap baja siku =  $2 \cdot (8) \text{ mm}$ .

Luas,

$$A_{gt} = (2 \times 8 \text{ mm}) \cdot (27,5 \text{ mm}) = 440 \text{ mm}^2$$

$$A_{gv} = (2 \times 8 \text{ mm}) \cdot (130 \text{ mm}) = 2080 \text{ mm}^2$$

$$A_{nt} = (440 \text{ mm}^2) - \frac{1}{2} \cdot (14 \text{ mm}) \cdot (2 \times 8 \text{ mm}) = 328 \text{ mm}^2$$

$$A_{nv} = (2080 \text{ mm}^2) - 2 \cdot \frac{1}{2} \cdot (14 \text{ mm}) \cdot (2 \times 8 \text{ mm}) = 1520 \text{ mm}^2$$

$$f_u \cdot A_{nt} = (340 \text{ Mpa}) \cdot (328 \text{ mm}^2) = 111520 \text{ N} = 111,5 \text{ kN}$$

$$0,6 f_u A_{nv} = 0,6 \cdot (340 \text{ Mpa}) \cdot (1520 \text{ mm}^2) = 310080 \text{ N} = 310,1 \text{ kN}$$

$$f_u \cdot A_{nt} < 0,6 f_u \cdot A_{nv}$$

Geser leleh dengan tarik fraktur, bila  $f_u \cdot A_{nt} \geq 0,6 f_u \cdot A_{nv}$ , maka

$$\begin{aligned} N_u \leq \phi N_n &= (0,75) \cdot (0,6 f_y \cdot A_{gv} + f_u \cdot A_{nt}) \\ &= (0,75) \cdot \{0,6 \cdot (210 \text{ Mpa}) \cdot (2080 \text{ mm}^2) + (340 \text{ Mpa}) \cdot (328 \text{ mm}^2)\} \end{aligned}$$

$$N_u \leq \phi N_n = 280200 \text{ N} = 280,2 \text{ kN} > 154,0 \text{ kN} \text{ (memenuhi)}$$

Geser fraktur dengan tarik leleh, Bila  $f_u \cdot A_{nt} < 0,6 f_u \cdot A_{nv}$ , maka

$$\begin{aligned} N_u \leq \phi N_n &= (0,75) \cdot (0,6 f_u \cdot A_{nv} + f_y \cdot A_{gt}) \\ &= (0,75) \cdot \{0,6 \cdot (340 \text{ Mpa}) \cdot (1520 \text{ mm}^2) + (210 \text{ Mpa}) \cdot (440 \text{ mm}^2)\} \end{aligned}$$

$$N_u \leq \phi N_n = 301860 \text{ N} = 301,9 \text{ kN} > 154,0 \text{ kN} \text{ (memenuhi)}$$

3). Kelangsingan ( $\lambda$ ).

Panjang batang  $L_k = 2,00 \text{ m} = 200 \text{ cm}$ ,  $i_{\min} = i_x = 1,64 \text{ cm}$

Maka kelangsingan,

$$\lambda = \frac{L_k}{i_{\min}} = \frac{200}{1,64} = 122 < 240$$

4). Luas penampang netto minimum.

Syarat :

$$A_{net} \geq 85\% A_g = 0,85 \cdot (1646 \text{ mm}^2) = 1399,1 \text{ mm}^2 \text{ (syarat minimum)}$$

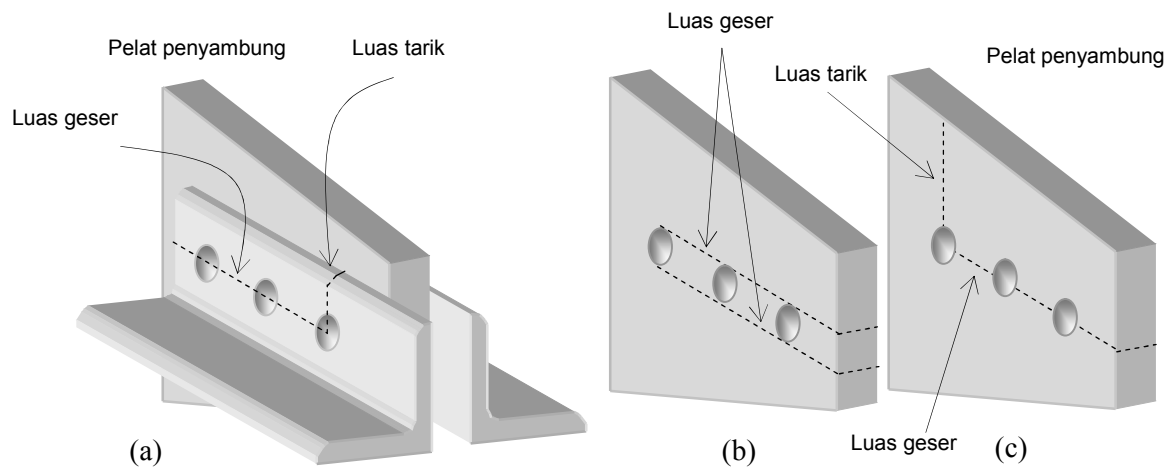
Luas penampang netto (potongan melalui satu lobang paku),

$$A_{net} = A_g - (\text{diameter lobang}) \cdot (\text{tebal sayap baja siku})$$

$$A_{net} = (1646 \text{ mm}^2) - (14 \text{ mm}) \cdot (2 \times 8 \text{ mm}) = 1422 \text{ mm}^2 > 1399,1 \text{ mm}^2$$

Luas penampang netto profil masih diatas syarat minimum.

CATATAN :



Gambar 22 : Kemungkinan terjadi geser blok, kondisi (a) pada baja siku, kondisi (b) dan (c) pada pelat penyambung.

Peninjauan terhadap geser blok dilakukan pada tebal pelat terkecil. Kemungkinan terjadinya geser blok, yaitu pada baja siku (Gbr.22.a), tebal yang diperhitungkan adalah dua kali tebal sayap (flens), pada pelat penyambung dapat terjadi dalam dua kemungkinan seperti Gbr.22.(b). dan Gbr.22.(c).

P E R E N C A N A A N																		
No.	Beban mati	Beban hidup	Beban angin	Panjang batang	Metode PPBBI 1984						Luas perlu 1/2 Ag cm <sup>2</sup>	Data Profil						
					Komb. Beban		P. Tetap		P. Sementara			PROFIL	F cm <sup>2</sup>	Ag cm <sup>2</sup>	e cm	ix = iy cm	t mm	b mm
					P. tetap kN	P. sem. kN	Anet mm <sup>2</sup>	Ag cm <sup>2</sup>	Anet mm <sup>2</sup>	Ag cm <sup>2</sup>								
Stb.	D kN	L kN	W kN	Lk m	P. tetap kN	P. sem. kN	Anet mm <sup>2</sup>	Ag cm <sup>2</sup>	Anet mm <sup>2</sup>	Ag cm <sup>2</sup>								
-1	110.0	13.0	5.0	2.00	123.0	128.0	1171.4	13.78	937.7	11.03	6.89	55.55.8	8.23	16.46	1.64	1.64	8	55
0	120.0	18.0	10.0	2.00	138.0	148.0	1314.3	15.46	1084.2	12.76	7.73	55.55.8	8.23	16.46	1.64	1.64	8	55
1	130.0	23.0	15.0	2.25	153.0	168.0	1457.1	17.14	1230.8	14.48	8.57	60.60.8	9.03	18.06	1.77	1.80	8	60
2	140.0	28.0	20.0	2.50	168.0	188.0	1600.0	18.82	1377.3	16.20	9.41	75.75.7	10.10	20.20	2.09	2.28	7	75
3	150.0	33.0	25.0	2.75	183.0	208.0	1742.9	20.50	1523.8	17.93	10.25	75.75.8	11.50	23.00	2.13	2.26	8	75
4	160.0	38.0	30.0	3.00	198.0	228.0	1885.7	22.18	1670.3	19.65	11.09	75.75.8	11.50	23.00	2.13	2.26	8	75
5	170.0	43.0	35.0	3.25	213.0	248.0	2028.6	23.87	1816.8	21.37	11.93	80.80.8	12.30	24.60	2.26	2.42	8	80
6	180.0	48.0	40.0	3.50	228.0	268.0	2171.4	25.55	1963.4	23.10	12.77	80.80.10	15.10	30.20	2.34	2.41	10	80
7	190.0	53.0	45.0	3.75	243.0	288.0	2314.3	27.23	2109.9	24.82	13.61	80.80.10	15.10	30.20	2.34	2.41	10	80
8	200.0	58.0	50.0	4.00	258.0	308.0	2457.1	28.91	2256.4	26.55	14.45	80.80.10	15.10	30.20	2.34	2.41	10	80
9	210.0	63.0	55.0	4.25	273.0	328.0	2600.0	30.59	2402.9	28.27	15.29	90.90.11	18.70	37.40	2.62	2.72	11	90

Mutu BJ-34  
fy = 210 Mpa  
fu = 340 Mpa

Baut  
dn = 12 mm

E V A L U A S I																			
Kombinasi Beban (SNI 03-1729-2002)				Diameter		Luas netto  Anet mm <sup>2</sup>	K O N D I S I												
				Baut	Lobang		Leleh	Fraktur				Geser Blok							
Komb.1 kN	Komb.2 kN	Komb.5 kN	Nu kN	dn mm	d mm	Anet mm <sup>2</sup>	φNn kN	U < 0,9	Ae mm <sup>2</sup>	φNn kN	Agt mm <sup>2</sup>	Ant mm <sup>2</sup>	Agv mm <sup>2</sup>	Anv mm <sup>2</sup>	fu . Ant kN	φNn kN	0,6.fu.Anv kN	φNn kN	
154.00	152.80	145.00	154.00	12	14.0	1422.0	311.1	0.836	1188.8	303.1	440.0	328.0	2080.0	1520.0	111.5	280.2	310.1	301.9	
168.00	172.80	166.00	172.80	12	14.0	1422.0	311.1	0.836	1188.8	303.1	440.0	328.0	2080.0	1520.0	111.5	280.2	310.1	301.9	
182.00	192.80	187.00	192.80	12	14.0	1582.0	341.3	0.823	1302.0	332.0	480.0	368.0	2080.0	1520.0	125.1	290.4	310.1	308.2	
196.00	212.80	208.00	212.80	12	14.0	1824.0	381.8	0.791	1442.8	367.9	525.0	427.0	1820.0	1330.0	145.2	280.9	271.3	286.2	
210.00	232.80	229.00	232.80	12	14.0	2076.0	434.7	0.787	1633.8	416.6	600.0	488.0	2080.0	1520.0	165.9	321.0	310.1	327.1	
224.00	252.80	250.00	252.80	12	14.0	2076.0	434.7	0.787	1633.8	416.6	600.0	488.0	2080.0	1520.0	165.9	321.0	310.1	327.1	
238.00	272.80	271.00	272.80	12	14.0	2236.0	464.9	0.774	1730.7	441.3	640.0	528.0	2080.0	1520.0	179.5	331.2	310.1	333.4	
252.00	292.80	292.00	292.80	12	14.0	2740.0	570.8	0.766	2098.8	535.2	800.0	660.0	2600.0	1900.0	224.4	414.0	387.6	416.7	
266.00	312.80	313.00	313.00	12	14.0	2740.0	570.8	0.766	2098.8	535.2	800.0	660.0	2600.0	1900.0	224.4	414.0	387.6	416.7	
280.00	332.80	334.00	334.00	12	14.0	2740.0	570.8	0.766	2098.8	535.2	800.0	660.0	2600.0	1900.0	224.4	414.0	387.6	416.7	
294.00	352.80	355.00	355.00	12	14.0	3432.0	706.9	0.738	2532.8	645.9	990.0	836.0	2860.0	2090.0	284.2	483.5	426.4	475.7	

