

PENGEMBANGAN TABEL BAJA SEBAGAI ALAT BANTU DALAM PELAKSANAAN KONSTRUKSI BAJA

Michael Dharmawan¹, Effendy Tanojo², Pamuda Pudjisuryadi³

ABSTRAK: Baja banyak digunakan sebagai elemen struktur dalam proyek konstruksi karena banyak keunggulan. Pada umumnya, seorang kontraktor memakai tabel profil baja sebagai alat bantu dalam melaksanakan konstruksi baja. Tabel profil baja yang sekarang ada, hanya berisi spesifikasi baja seperti berat, luas, momen inersia, radius girasi, dan modulus elastis. Tugas akhir ini menghasilkan alat bantu untuk tabel profil berupa penambahan tabel mengenai kuat tekan nominal, kuat tarik nominal, momen nominal, modulus plastis pada balok profil baja yang mengacu pada SNI 03-1729-2002. Pengembangan tabel ini akan memudahkan para kontraktor maupun *designer* dalam menentukan kapasitas-kapasitas, serta memudahkan untuk memilih profil baja yang cocok dalam pelaksanaan konstruksi.

KATA KUNCI: kuat tekan nominal, kuat tarik nominal, momen nominal, modulus plastis, balok profil baja

1. PENDAHULUAN

Dewasa ini penggunaan material baja sebagai struktur bangunan semakin banyak. Baja merupakan suatu material yang kuat, awet, serta mudah dalam pelaksanaannya. Karena banyaknya penggunaan baja ini, maka dibuatlah sebuah peraturan mengenai perencanaan bangunan baja. Pada tahun 1984 buku PPBBI dirilis kepada publik dan pada tahun 1987, PPBBI lebih perbaharui dan menjadi PPBBI 1987. Seiring berjalannya waktu dan semakin majunya teknologi terutama pada sektor industri baja, serta banyaknya variasi-variasi dalam mendesain struktur baja, maka desain struktur baja telah bergeser ke arah konsep LRFD (*Load and Resistance Factor Design*). Maka dibuatlah sebuah standar yang lebih kompleks dan mengacu pada *American Institute of Steel Construction* (AISC) yaitu SNI 03-1729-2002 untuk menggantikan PPBBI 1987. Karena banyaknya variabel yang harus diperhatikan dalam mendesain struktur baja, biasanya para kontraktor maupun *designer* menggunakan suatu alat bantu dalam mendesain baja yaitu tabel konstruksi baja. Tabel baja ini dibuat agar para penggunanya mampu mendesain suatu struktur baja secara mudah dan lebih praktis.

Tabel konstruksi baja yang sekarang ada dipasaran Indonesia hanya dibuat secara mendasar saja. Jadi, pada umumnya variabel yang sekarang ada pada tabel baja adalah ukuran luas, ketebalan, berat, momen inersia, jari-jari girasi, modulus penampang. Sebenarnya, masih banyak sekali potensi yang bisa dikembangkan atau ditambahkan pada tabel konstruksi baja, seperti modulus plastis, kuat tekan dan tarik nominal, momen nominal, kuat geser nominal dari profil baja tersebut, serta masih banyak lagi variasi atau macam-macam kapasitas yang bisa ditabelkan agar semakin memudahkan penggunaannya dalam mendesain struktur baja. Maka karena adanya kekurangan seperti inilah, tugas akhir ini akan membahas dan mengembangkan tabel konstruksi baja menjadi lebih kompleks tapi masih tetap sederhana dan praktis dalam pelaksanaannya, serta tetap mengacu pada kriteria-kriteria SNI atau peraturan baja yang sekarang.

¹Mahasiswa Program Studi Universitas Kristen Petra, mike_the_superz@hotmail.com

²Dosen Program Studi Universitas Kristen Petra, effendy@petra.ac.id

³Dosen Program Studi Universitas Kristen Petra, pamuda@petra.ac.id

2. METODE PENELITIAN

Rancangan penelitian ini diawali dengan mempersiapkan data-data profil IWF yang akan dipakai. Pengumpulan data diambil menurut buku “Tabel Profil Konstruksi Baja” (Gunawan & Morisco, 1987) dan data-data dari pasaran karena ada beberapa profil yang tidak ada di buku tersebut.

Pengembangan yang akan dilakukan adalah melengkapi tabel dengan menambah kapasitas tarik, tekan, lentur, dan gaya geser dari suatu profil baja. Segala perhitungan, rumus, dan syarat yang akan digunakan akan mengacu pada SNI 03-1729-2002. Penyusunan tabel disusun secara sederhana dan sedemikian rupa agar para penggunanya dapat membaca dengan mudah dan praktis, terutama saat penggunaan di lapangan, sehingga penentuan profil yang akan dipakai menjadi lebih cepat dan mudah. Semua baja pada perhitungan ini menggunakan baja mutu BJ37. Penelitian sebelumnya oleh Pribadi & Ho (2000) telah menyusun grafik kapasitas tarik sampai lentur. Penelitian ini bertujuan untuk memudahkan para penggunanya dengan menyusun sebuah tabel kapasitas setiap profil.

3. ANALISA DAN PERHITUNGAN

3.1. Kuat Tarik

Menurut SNI 03-1729-2002, semua komponen struktur yang memikul gaya tarik aksial terfaktor sebesar N_u , maka harus memenuhi :

$$N_u \leq \phi N_n$$

➤ Keruntuhan akibat leleh :

$$N_n = A_g \cdot f_y$$

- N_n = gaya tarik nominal
- A_g = luas penampang bruto
- f_y = tegangan leleh

➤ Keruntuhan akibat fraktur

$$N_n = A_e \cdot f_u$$

- N_n = gaya tarik nominal
- A_e = luas penampang efektif
- f_u = tegangan fraktur

Tabel 1 menunjukkan hasil perhitungan kapasitas tarik dari setiap profil.

Tabel 1. Kapasitas Nominal Tarik

Tabel Kapasitas Tarik $\phi=0,9$ $f_y=240\text{Mpa}$

profil		berat (w)	h	b	tebal		Kuat tarik	
					tw	tf	ϕN_n leleh	ϕN_n fraktur
mm		kg/m	mm	mm	mm	mm	kN	kN
900x300		285,8	912	302	18	34	7863	8586
		243,2	900	300	16	28	6691	7307
		212,6	890	299	15	23	5851	6389
800x300		241,5	808	302	16	30	6645	7256
	*	210,0	800	300	14	26	5777	6309
		191,1	792	300	14	22	5259	5743
700x300		214,8	708	302	15	28	5911	6455
	*	184,9	700	300	13	24	5087	5555
		166,0	692	300	13	20	4568	4989
600x300		174,6	594	302	14	23	4803	5245
	*	151,1	588	300	12	20	4158	4541
		137,0	582	300	12	17	3769	4116

3.2. Kuat Tekan

Menurut SNI 03-1729-2002, semua komponen struktur yang memikul gaya tekan aksial terfaktor sebesar N_u , maka harus memenuhi :

$$N_u \leq \phi N_n$$

Perhitungan kuat tekan nominal adalah :

$$N_n = A_g \cdot f_{cr} \rightarrow f_{cr} = \frac{f_y}{\omega}$$

- A_g = luas penampang bruto
- ω = faktor tekuk

ω dicari dengan cara membandingkan 3 syarat yaitu :

- $\lambda_c \leq 0,25 \rightarrow \omega = 1$
- $0,25 < \lambda_c < 1,2 \rightarrow \omega = \frac{1,43}{1,6 - 0,67\lambda_c}$
- $\lambda_c \geq 1,2 \rightarrow \omega = 1,25 \lambda_c^2$

Perhitungan dan hasil kapasitas tekan terbagi menjadi berbagai macam kapasitas sesuai dengan panjang efektif (L_k). Kapasitas yang tidak terisi pada tabel akibat tidak memenuhi syarat kelangsingan

$\lambda < \lambda_r \rightarrow \lambda_r = \frac{665}{\sqrt{f_y}}$ dan $\lambda = \frac{L_k}{r} < 200$ (SNI 03-1729-2002) Hasil perhitungan dan selengkapnya dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Kapasitas Nominal Tekan

Tabel Kapasitas Tekan

$\phi=0,85$

$f_y=240\text{Mpa}$

profil		w Kg/m	h mm	b mm	tw mm	tf mm	ϕN_n				
							Lk = 1m	Lk = 2m	Lk = 3m	Lk = 4m	Lk = 5m
							kN	kN	kN	kN	kN
900x300		285,8	912	302	18	34	-	-	-	-	-
		243,2	900	300	16	28	-	-	-	-	-
		212,6	890	299	15	23	-	-	-	-	-
800x300		241,5	808	302	16	30	-	-	-	-	-
	*	210,0	800	300	14	26	-	-	-	-	-
		191,1	792	300	14	22	-	-	-	-	-
700x300		214,8	708	302	15	28	5583	5405	4984	4563	4143
	*	184,9	700	300	13	24	-	-	-	-	-
		166,0	692	300	13	20	-	-	-	-	-
600x300		174,6	594	302	14	23	4537	4396	4056	3715	3375
	*	151,1	588	300	12	20	3927	3800	3504	3207	2910
		137,0	582	300	12	17	3560	3428	3150	2872	2594

3.3. Kuat Lentur

Menurut SNI 03-1729-2002, semua komponen struktur yang memikul gaya lentur terfaktor sebesar M_u , **Tabel 3** merupakan hasil kapasitas lentur dari setiap profil, maka harus memenuhi :

$$M_u \leq \phi M_n$$

Penampang kompak

$$M_n = M_p = Z \cdot f_y$$

- M_n = tahanan momen plastis
- Z = modulus plastis
- f_y = kuat leleh

Penampang tidak kompak

$$M_n = M_r + (M_p - M_r) \frac{\lambda_r - \lambda}{\lambda_r - \lambda_p}$$

$$M_r = S (f_y - f_r)$$

- M_p = momen plastis
- M_r = momen residu
- f_y = tahanan leleh (240 Mpa)
- f_r = tahanan plastis (70 Mpa)
- S = modulus penampang

Penampang langsing

$$M_n = M_r \left(\frac{\lambda_r}{\lambda} \right)^2$$

- M_r = momen batas tekuk
- λ_r = batas maksimum penampang tak kompak

Tabel 3. Kapasitas Nominal Lentur

Tabel Kapasitas Lentur $\phi=0,9$ $f_y=240\text{Mpa}$

profil	berat (w)	h	b	Tebal		ϕM_{nx}	ϕM_{ny}	
				tw	Tf			
mm	kg/m	mm	mm	mm	Mm	kNm	kNm	
900x300	285,8		912	302	18	34	2640	350
	243,2		900	300	16	28	2198	284
	212,6		890	299	15	23	1865	232
800x300	241,5		808	302	16	30	2006	306
	210,0	*	800	300	14	26	1727	261
	191,1		792	300	14	22	1521	222
700x300	214,8		708	302	15	28	1586	284
	184,9	*	700	300	13	24	1350	239
	166,0		692	300	13	20	1169	200
600x300	174,6		594	302	14	23	1084	232
	151,1	*	588	300	12	20	931	199
	137,0		582	300	12	17	817	170

3.4. Kuat Lateral Torsional Buckling

Menurut SNI 03-1729-2002, semua komponen struktur yang memikul gaya lentur lateral torsi terfaktor sebesar M_u , maka harus memenuhi :

$$M_u \leq \phi M_n$$

Perhitungan kapasitas lateral torsional buckling berdasarkan jarak pengekang lateral yang terbagi menjadi 3 bagian :

Bentang pendek ($L \leq L_p$)

$$M_n = M_p = Z \cdot f_y$$

Bentang menengah ($L_p < L < L_r$)

$$M_n = C_b \left[M_r + (M_p - M_r) \times \frac{L_r - L}{L_r - L_p} \right] \leq M_p$$

Bentang panjang ($L_r \leq L$)

$$M_{cr} = \left[C_b \times \frac{\pi}{L} \sqrt{EI_y GJ + \left(\frac{\pi \times E}{L} \right)^2 I_y I_w} \right] \leq M_p$$

- C_b = konstanta momen balok
- I_y = momen inersia terhadap sumbu y
- I_w = warping
- L = jarak pengekang lateral

Tabel 4. Kapasitas Lateral Torsional Buckling

Tabel Kapasitas Lentur

$\phi=0,9$ $C_b=1$

$f_y=240$ Mpa

profil	w	h	b	tw	tf	ϕM_n							
						Medium	Long	Jarak pengekang lateral (m)					
						Span	Span	1	2	3	4	5	
mm	Kg/m	mm	mm	mm	mm	M	M	kNm	kNm	kNm	kNm	kNm	
900x300	285,8		912	302	18	34	3,33	10,72	2640	2640	2640	2552	2420
	243,2		900	300	16	28	3,24	9,82	2198	2198	2198	2105	1984
	212,6		890	299	15	23	3,12	9,17	1865	1865	1865	1766	1654
800x300	241,5		808	302	16	30	3,40	10,79	2006	2006	2006	1947	1850
	210,0	*	800	300	14	26	3,36	10,09	1727	1727	1727	1669	1578
	191,1		792	300	14	22	3,24	9,50	1521	1521	1521	1455	1368
700x300	214,8		708	302	15	28	3,48	11,24	1586	1586	1586	1549	1476
	184,9	*	700	300	13	24	3,44	10,40	1350	1350	1350	1312	1244
	166,0		692	300	13	20	3,31	9,70	1169	1169	1169	1125	1062
600x300	174,6		594	302	14	23	3,50	11,21	1084	1084	1084	1059	1010
	151,1	*	588	300	12	20	3,47	10,43	931	931	931	907	861
	137,0		582	300	12	17	3,36	9,81	817	817	817	789	746

Tabel 4 merupakan hasil kapasitas lentur akibat lateral torsional buckling. Kapasitas yang terjadi terbagi menurut jarak pengekang lateral.

3.5. Kuat Geser

Menurut SNI 03-1729-2002, semua komponen struktur yang memikul gaya geser terfaktor sebesar V_u , maka harus memenuhi :

$$V_u \leq \phi V_n$$

Perhitungan kapasitas geser harus memenuhi rumus :

➤ Tekuk geser plastis

$$\text{Jika } \frac{h}{t_w} \leq 1,1 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}}$$

dengan,

$$k_n = 5 + \frac{5}{\left(\frac{a}{h}\right)^2}$$

maka kuat nominalnya adalah :

$$V_n = 0,6 f_y A_w$$

- a = jarak pengaku transversal
- A_w = Luas kotor pelat badan

➤ Tekuk geser inelastis

$$\text{Jika } 1,1 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}} \leq \frac{h}{t_w} \leq 1,37 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}}$$

maka kuat nominalnya adalah :

$$V_n = 0,6 f_y A_w \left[1,1 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}} \right] \frac{1}{\left(\frac{h}{t_w}\right)}$$

➤ Tekuk geser elastis

$$\text{Jika } 1,37 \sqrt{\frac{k_n E}{f_y}} \leq \frac{h}{t_w}$$

maka kuat nominalnya adalah :

$$V_n = \frac{0,9 A_w k_n E}{\left(\frac{h}{t_w}\right)^2}$$

Tabel 5. Kapasitas Nominal Geser

Tabel Kapasitas Geser $\phi=0,9$ $f_y=240\text{Mpa}$

profil		berat (w)	h	b	tebal		ϕV_n
					tw	tf	
mm		kg/m	mm	mm	mm	mm	kN
900x300		285,8	912	302	18	34	2128
		243,2	900	300	16	28	1866
		212,6	890	299	15	23	1730
800x300		241,5	808	302	16	30	1675
	*	210,0	800	300	14	26	1452
		191,1	792	300	14	22	1437
700x300		214,8	708	302	15	28	1376
	*	184,9	700	300	13	24	1179
		166,0	692	300	13	20	1166
600x300		174,6	594	302	14	23	1078
	*	151,1	588	300	12	20	914
		137,0	582	300	12	17	905

Tabel 5 merupakan hasil perhitungan kapasitas geser dari setiap profil.

4. DISKUSI DAN SARAN

Setelah menganalisa, membandingkan, dan menghitung data dengan studi literatur, serta mendiskusikan masalah dalam penyusunan tabel, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Hasil pengembangan tabel adalah penambahan tabel-tabel kapasitas tarik, kapasitas tekan, kapasitas lentur, kapasitas lateral torsional buckling, dan kapasitas geser.
- Penyusunan tabel kapasitas tersebut ditampilkan secara sederhana dan sedemikian rupa agar para penggunaannya menjadi lebih mudah, praktis, dan cepat.
- Penyusunan tabel kapasitas untuk interaksi gaya aksial dan lentur tidak ditampilkan karena banyak faktor yang membuat penyusunannya bertambah banyak dan penggunaannya semakin tidak praktis.
- Tabel yang telah dibuat dapat digunakan di lapangan maupun sebagai materi kuliah.

5. DAFTAR REFERENSI

- Indonesia. Departemen Pekerjaan Umum. (2002). *Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung: SNI 03-1729-2002*. Author. Jakarta.
- Gunawan, R., Morisco. (1987). *Tabel Profil Konstruksi Baja*. Kanisius. Yogyakarta.
- Pribadi, Chandra, A., Ho, M. (2000). *Penyusunan Tabel Kapasitas untuk Berbagai macam Profil dengan Menggunakan Metode Load and Resistance Factor Design (LRFD)*. (TA No.1006 S/SIP/2000). Unpublished undergraduate thesis, Universitas Kristen Petra, Surabaya.