

PENGEMBANGAN ALAT BANTU TABEL SAMBUNGAN KAKU PADA PROFIL WF BERDASARKAN KAPASITAS PROFIL MENURUT SNI 1729:2015

Albert Hansel¹, Stefanus Tanaya², Effendy Tanojo³, Pamuda Pudjisuryadi⁴

ABSTRAK: Sambungan merupakan bagian penting dari struktur baja. Pada proses desain sambungan baja, perhitungan yang dilakukan sangatlah rumit karena banyak variabel konfigurasi yang harus dipertimbangkan, seperti ukuran profil yang disambung, jenis mutu dan jumlah baut yang digunakan, jenis mutu dan ketebalan las, serta dimensi pelat penyambung. Konfigurasi tersebut juga harus memenuhi persyaratan SNI. Alasan-alasan tersebut mengakibatkan proses desain membutuhkan *trial and error* yang cukup panjang. Untuk mempermudah proses desain supaya tidak memakan waktu yang lama, maka diperlukan tabel sambungan baja tipe kaku yang sering digunakan di lapangan (*extended end-plate connection* dan *bolted cover plate beam splice*). Tabel ini dibuat berdasarkan peraturan SNI 1729:2015, dengan mempertimbangkan ukuran dari profil yang akan disambung, mutu dan jumlah baut yang digunakan, mutu dan ketebalan las, dan juga dimensi pelat penyambung. Tabel ini dirancang untuk memudahkan pengguna dalam mendesain sambungan. Pengguna hanya perlu mengetahui profil yang akan disambung, lalu memilih konfigurasi sambungan dengan mempertimbangkan kapasitas sambungan terhadap gaya dalam rencana.

KATA KUNCI: tabel sambungan baja, kaku, *extended end-plate connection*, *bolted cover plate beam splice*.

1. PENDAHULUAN

Struktur baja merupakan salah satu pilihan yang umum digunakan oleh industri konstruksi. Namun, karena keterbatasan bentang, sambungan menjadi suatu komponen penting dalam struktur baja. Banyaknya macam sambungan yang harus diperhitungkan secara manual memakan banyak waktu, karena dibutuhkan proses *trial and error* mulai dari penentuan konfigurasi hingga pengecekan kapasitas sambungan. Untuk mempermudah perencanaan sambungan, dibutuhkan alat bantu berupa tabel yang mentabulasikan profil WF yang umum digunakan, konfigurasi alat penyambung, serta kapasitas sambungan dalam menahan gaya yang terjadi. Pada skripsi ini, akan dibuat tabel sambungan kaku yang meliputi *Extended End-Plate Connection* (EEPC) dan *Bolted Single Cover Plate Beam Splices Connection* (BSC). Dalam mentabulasikan kapasitas sambungan kaku ini disajikan beberapa ukuran diameter baut (10 mm, 16mm, 19mm, dan 22mm), dan variasi ukuran profil IWF dan H-Beam. Dengan adanya tabel ini, tidak diperlukan *trial and error* dalam mendesain sambungan, cukup mengetahui ukuran profil yang akan disambung dengan memperhatikan proporsi kapasitas sambungan dengan gaya dalam rencana.

2. LANDASAN TEORI

Mengacu pada (Departemen Pekerjaan Umum, 2015), landasan teori yang digunakan adalah berdasarkan Spesifikasi untuk Bangunan Baja Struktural: SNI 1729:2015.

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, alberthansel2@gmail.com

²Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, tanaya.stefanus@gmail.com

³Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, effendy@petra.ac.id

⁴Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Krsiten Petra, pamuda@petra.ac.id

3. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini diawali dengan studi literatur dan pengumpulan data. Studi literatur yang dilakukan bertujuan untuk menentukan konsep analisa serta penyusunan gambar dan tabel. Mengacu pada (Departemen Pekerjaan Umum, 2006 ; 2011), pengumpulan data profil diambil dari SNI 07-7178-2006 untuk WF canai panas dan SNI 2610:2011 untuk baja profil *H-Beam* canai panas serta yang umum dijumpai di pasaran. Macam sambungan yang akan dibuat pada penelitian ini, terlihat pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

Tabel 1. Jenis Sambungan EEP

No.	Jenis Sambungan	Sudut Kemiringan Balok	Diameter Baut (mm)	Mutu Baut
1.	EEP	15°	10	A307
2.	EEP	15°	10	A325
3.	EEP	15°	16	A307
4.	EEP	15°	16	A325
5.	EEP	15°	19	A307
6.	EEP	15°	19	A325
7.	EEP	15°	22	A307
8.	EEP	15°	22	A325
9.	EEP	10°	10	A307
10.	EEP	10°	10	A325
11.	EEP	10°	16	A307
12.	EEP	10°	16	A325
13.	EEP	10°	19	A307
14.	EEP	10°	19	A325
15.	EEP	10°	22	A307
16.	EEP	10°	22	A325
17.	EEP	0°	10	A307
18.	EEP	0°	10	A325
19.	EEP	0°	16	A307
20.	EEP	0°	16	A325
21.	EEP	0°	19	A307
22.	EEP	0°	19	A325
23.	EEP	0°	22	A307
24.	EEP	0°	22	A325

Tabel 2. Jenis Sambungan BSC

No.	Jenis Sambungan	Sudut Kemiringan Balok	Diameter Baut (mm)	Mutu Baut
25.	BSC	-	10	A307
26.	BSC	-	10	A325
27.	BSC	-	16	A307
28.	BSC	-	16	A325
29.	BSC	-	19	A307
30.	BSC	-	19	A325
31.	BSC	-	22	A307
32.	BSC	-	22	A325

Untuk variasi parameter pada desain sambungan kaku dapat dilihat pada **Tabel 3.**

Tabel 3. Penentuan Parameter Sambungan

Komponen	Parameter	Standarisasi
Profil	Mutu	BJ37
	Penampang	Profil IWF
Baut	Tipe	Geser + Tumpu
	Mutu	A325 dan A307
	Diameter	10 mm, 16 mm, 19 mm, 22 mm (7/16", 5/8", 3/4", 7/8")
	Lubang baut	$d_b(\text{diameter baut})+2 \text{ mm}$
Las	Mutu	E60XX
Konfigurasi	Jarak antar baut	$3d_b$
	Jarak tepi baut	$1,5d_b$

Pengecekan kapasitas untuk sambungan EEPC dan BSC dilakukan berdasarkan **Tabel 4** dan **Tabel 5.**

Tabel 4. Pengecekan Kapasitas Sambungan EEPC

No.	EEPC
1.	Perhitungan konfigurasi variabel sambungan
2.	Kapasitas kelompok baut (geser, tumpu, tarik)
3.	Kapasitas momen kelompok baut
4.	Ketebalan <i>end-plate</i> (<i>plain shear</i> , blok geser, tarik)
5.	Kapasitas las profil
6.	<i>Stiffener</i> dan las <i>stiffener</i>

Tabel 5. Pengecekan Kapasitas Sambungan BSC

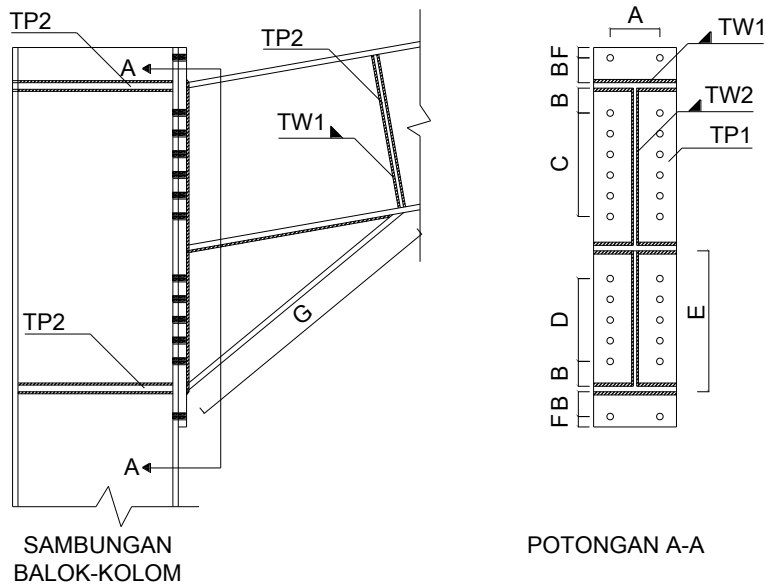
No.	BSC
1.	Perhitungan konfigurasi variabel sambungan
2.	Koreksi kapasitas profil akibat lubang baut (momen, geser)
3.	Kapasitas kelompok baut pada sayap (geser, tumpu, momen sambungan)
4.	Kapasitas kelompok baut pada badan (geser, tumpu, geser sambungan)
5.	Ketebalan pelat penyambung sayap (<i>plain shear</i> , blok geser, tarik)
6.	Ketebalan pelat penyambung badan (geser, momen)

4. HASIL DAN ANALISA

Setelah melakukan perhitungan dengan menggunakan program Microsoft Excel, dihasilkan 32 macam tabel sambungan EEPC dan BSC dengan konfigurasi yang telah ditentukan. Tabel dilengkapi dengan gambar acuan untuk memperjelas penerapan tabel pada gambar desain. Berikut adalah keterangan pada tabel sambungan EEPC:

1. Profil Ukuran profil dari balok yang disambung.
 2. A Jarak antar baut dalam arah horizontal potongan A-A (S gauge).
 3. B Jarak baut tepi terhadap sayap profil.
 4. C Jumlah ruas baut \times jarak antar baut pada profil utama.
 5. D Jumlah ruas baut \times jarak antar baut pada profil haunch.
 6. E Tinggi haunch.
 7. F Jarak baut tepi terhadap tepi end-plate.
 8. G Panjang miring haunch.
 9. TP1 Tebal end-plate.
 10. TP2 Tebal stiffener.
 11. TW1 Tebal las pada sayap profil balok dan haunch.
 12. TW2 Tebal las pada badan profil balok dan haunch.
 13. TW3 Tebal las pada pelat stiffener.
 14. N Baut Jumlah keseluruhan baut yang digunakan.
 15. ϕM_{nx} Kapasitas momen tereduksi terendah antara profil dan sambungan (tanda * berarti kapasitas yang tertera merupakan kapasitas sambungan yang lebih lemah dari profil).
 16. ϕV_n Kapasitas geser tereduksi terendah antara profil dan sambungan (tanda * berarti kapasitas yang tertera merupakan kapasitas sambungan yang lebih lemah dari profil).
- Profil yang tidak tercantum memiliki jarak bersih antara baut dengan las pelat sayap kurang dari syarat jarak minimum antar baut dan/atau memiliki jarak bersih antara baut dengan las pelat badan kurang dari syarat jarak tepi baut minimum.
 - Diperbolehkan menggunakan pelat baja *end-plated* dan *stiffener* yang lebih tebal.
 - Dimensi profil baja untuk kolom yang digunakan harus sama atau lebih besar dari balok yang direncanakan.

Gambar acuan tabel sambungan EEPC dapat dilihat pada **Gambar 1**.



Gambar 1. Gambar Acuan Sambungan EEPCC

Contoh Tabel Sambungan EEPCC dapat dilihat pada **Tabel 6** dan **Tabel 7**.

Tabel 6. Contoh Tabel Konfigurasi Sambungan EEPCC

D16 A307 E60XX 10°	Konfigurasi Sambungan								
	Profil	Jarak						Tebal Pelat	
		A	B	C	D	E	F	G	TP1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
400 - 200 - 8 - 13	120	60	4 × 60	3 × 80	390	30	780	20	8

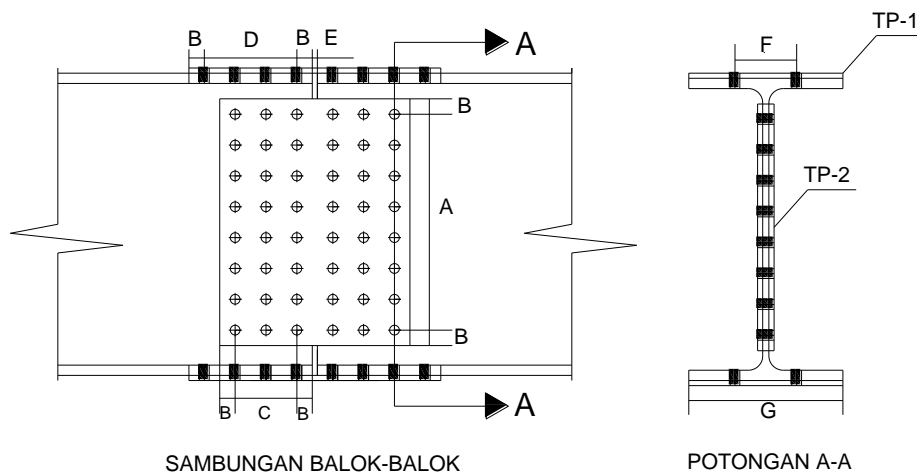
Tabel 7. Contoh Tabel Konfigurasi Las dan Kapasitas Sambungan EEPCC

D16 A307 E60XX 10°	Konfigurasi Sambungan				Kapasitas Tereduksi	
	Tebal las			Jumlah Baut	φMnx	φVn
	TW1	TW2	TW3			
1	11	12	13	14	15	16
	mm	mm	mm	buah	kNm	kN
400 - 200 - 8 - 13	11	6	5	22	278	461

Berikut adalah keterangan pada tabel sambungan BSC untuk memudahkan perencanaan:

1. Profil Ukuran profil dari balok yang disambung.
2. A Jumlah ruas baut × jarak antar baut pada badan profil dalam arah vertikal.
3. B Jarak baut tepi terhadap tepi cover plate

4. C Jumlah ruas baut \times jarak antar baut pada badan profil dalam arah horizontal.
 5. D Jumlah ruas baut \times jarak antar baut pada sayap profil dalam arah memanjang profil.
 6. E Jarak spasi antar profil yang disambung.
 7. F Jarak antar baut pada sayap profil dalam arah melintang profil (S gauge).
 8. G Lebar cover plate pada sayap profil.
 9. TP1 Tebal cover plate pada sayap profil.
 10. TP2 Tebal cover plate pada badan profil.
 11. N Baut Jumlah keseluruhan baut yang digunakan.
 12. ϕM_n Kapasitas momen tereduksi terendah antara profil dan sambungan (tanda * berarti kapasitas yang tertera merupakan kapasitas sambungan yang lebih lemah dari profil).
 13. ϕV_n Kapasitas geser tereduksi terendah antara profil dan sambungan (tanda * berarti kapasitas yang tertera merupakan kapasitas sambungan yang lebih lemah dari profil).
- Profil yang tidak tercantum memiliki jarak bersih antara baut fillet profil (r) pada pelat sayap dan/atau memiliki jarak bersih antara baut dengan fillet profil (r) pada pelat badan kurang dari syarat jarak tepi baut minimum.
 - Diperbolehkan menggunakan pelat baja *cover plate* yang lebih tebal.
- Gambar acuan tabel sambungan BSC dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 2. Gambar Acuan Sambungan BSC

Contoh Tabel Sambungan BSC dapat dilihat pada **Tabel 8** dan **Tabel 9**.

Tabel 8. Contoh Tabel Konfigurasi Sambungan BSC

D16 A307	Konfigurasi							Tebal Pelat	
	Profil	A	B	C	D	E	F	G	TP1
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm	mm
400 - 200 - 8 - 13	5 \times 50	30	1 \times 50	4 \times 50	10	120	200	13	8

Tabel 9. Contoh Tabel Kapasitas Sambungan BSC

D16 A307	N Baut	Kapasitas Tereduksi	
		ϕ Mn	ϕ Vn
Profil			
1	11	12	13
	buah	kNm	kN
400 - 200 - 8 - 13	44	117*	323

5. DISKUSI DAN SARAN

Penentuan parameter tipe sambungan kaku yang terbatas dua jenis pada penelitian ini memerlukan pengembangan. Untuk pengembangan selanjutnya, dapat dikembangkan lagi parameter tipe sambungan sehingga menghasilkan tabel-tabel baru. Parameter lainnya yang dapat divariasikan seperti mutu baut, diameter baut, konfigurasi baut, komponen penyambung, serta ketebalan las. Dengan penambahan variasi tersebut maka pengguna akan memiliki banyak pilihan dalam mendesain sambungan. Secara analisa perhitungan, *end-plate* tidak ditinjau dengan konsep *prying force* dikarenakan hasil ketebalan yang besar jika beban dianggap sebesar kapasitas profil. Sehingga peninjauan *prying force* sebaiknya dilakukan oleh pengguna tabel dengan mempertimbangan gaya dalam aktual.

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan pengembangan tabel sambungan untuk sambungan kaku tipe yang lain, yaitu sambungan *rafter-rafter*, kolom-kolom dan kolom-*pedestal* berdasarkan SNI 1729:2015. Pembuatan tabel sambungan kaku untuk tipe-tipe tersebut dapat melengkapi tabel sambungan ini. Selain itu pada penelitian ini dihasilkan 32 buah tabel yang dapat membantu proses desain sambungan. Dimana akan lebih efektif jika dibuat sebuah program perhitungan dan rekapitulasi yang merangkum data tabel penelitian ini.

6. DAFTAR REFERENSI

- Departemen Pekerjaan Umum. (2006). *Baja Profil WF – Beam Proses Canai Panas*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2011). *Baja Profil H (Bj P H-Beam)*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2015). *Spesifikasi untuk Bangunan Gedung Baja Struktural SNI 1729:2015*, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.