

## PERFORMA EMBEDDED BALOK *PRECAST* TIPE *PIN WELDED PLATE* PADA MOMEN MAKSIMUM

A. Rudi Hermawan<sup>(1)</sup>, Eka Sasmita Mulya<sup>(2)</sup>

<sup>1,2</sup>Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Jakarta, Kampus UI Depok, Telp. 021-7270036, email: [arudihermawan@gmail.com](mailto:arudihermawan@gmail.com), [ekamulya66@yahoo.com](mailto:ekamulya66@yahoo.com)

### ABSTRAK

Pengujian performa embedded balok *Precast* yang telah dilakukan menghasilkan beberapa data sebagai berikut (a) hasil kuat tekan beton (compressive strength) rerata yang dihasilkan adalah 434,22 kg/cm<sup>2</sup> (b) hasil uji tarik rerata antara plat embedded dan plat sambung adalah 398,36 Mpa (c) hasil kuat tarik rerata antara plat sambung dengan tulangan D13 terhadap kekuatan tarik plat adalah 465.70 Mpa dan terhadap kekuatan tarik tulangan adalah 570,01 Mpa (d) hasil kuat tarik tulangan D13 adalah 633 Mpa dan hasil kuat leleh (yield strength) adalah 441 Mpa (e) hasil kuat tarik plat tebal 4,57 mm adalah 451 Mpa dan kuat leleh (yield strength) adalah 331,2 Mpa. Untuk sambungan las perlu adanya perbaikan kualitas las agar tidak terjadi hasil las yang berongga dan mengakibatkan melemahkan kuat Tarik dari las itu sendiri

**Kata kunci:** *reinforcement, tensile strength, embedded, yield strength*

### 1. PENDAHULUAN

Keuntungan tipe sambungan ini adalah para konstruktor tidak perlu menggunakan baut atau alat mekanik lainnya untuk menyambung antara dua balok, selain itu dengan menggunakan tipe Pin, konstruktor hanya tinggal memasukan antar balok lalu dilakukan pengelasan karena tidak perlu lagi melevelisasi balok yang biasa dilakukan pada umumnya. Dengan demikian maka waktu pelaksanaan akan lebih singkat dan biaya konstruksi akan dapat di minimalkan.

Penelitian mengenai plat welded sudah pernah dilakukan pada tahun 1993 oleh Ugur Ersoy, Tugrul Tankut pada PCI Jurnal Paper membahas mengenai sambungan pada daerah sendi plastis dengan menggunakan plat embedded yang disambung dengan plat sambung yang di las dan di berikan pada bagian atas dan bawah balok.

Kemudian pada tahun 2013 yang lalu juga telah dilakukan penelitian mengenai sambungan welded plat oleh Mario E. Rodríguez, Miguel Torres-Matos pada PCI Jurnal Paper membahas mengenai sambungan antara balok dengan kolom dengan menggunakan plat embedded yang dihubungkan dengan besi tulangan yang di las dan diberikan hanya pada bagian bawah balok sedangkan pada bagian atas balok menggunakan Cast in place.

Perbedaan yang bisa diuraikan antara rencana penelitian ini dengan penelitian yang sudah dilakukan oleh Ugur Ersoy, Tugrul Tankut dan Mario E. Rodríguez, Miguel Torres-Matos di atas adalah (a) pada penelitian ini daerah yang akan dijadikan obyek adalah daerah tengah bentang balok (b) tipe atau sistim yang dilakukan pada penelitian ini adalah Pin Welded Joint seperti yang sudah dijelaskan di atas dan diilustrasikan di halaman berikutnya.

## Teori

Balok adalah elemen lentur pada struktur yang mempunyai fungsi sebagai transfer beban ke elemen kolom. Beban-beban yang ada, akan mengakibatkan terjadinya momen lentur dan gaya geser pada balok tersebut. Untuk itu dengan sistim sambungan pin welded plate diharapkan balok tersebut mempunyai kekuatan yang tidak berbeda dari kekuatan balok konvensional (desain awalnya). Gaya-gaya pada splices ditransfer melalui beton disekeliling antara tulangan yang bersangkutan. Transfer gaya tersebut terjadi melalui kekuatan bonding antara beton dengan tulangan itu sendiri (ACI Code, PCI). Integritas dari elemen balok dengan sistim sambungan pin welded plate tergantung dari bonding antara beton dengan tulangan pada perpanjangan tulangan yang ada serta yang utama adalah kekuatan dari baut itu sendiri dalam menahan tarik akibat momen yang ada.

## Compression Splices

Besarnya gaya yang terjadi pada daerah compression bonded nonprestressed tidak sama dibandingkan dengan kasus pada tension bonded nonprestressed. Dimana gaya yang terjadi pada tension bonded nonprestressed akan lebih besar dibandingkan dengan compression bonded nonprestressed. Perpanjangan tulangan bonded nonprestressed pada daerah compression bonded nonprestressed dapat diambil sebesar :

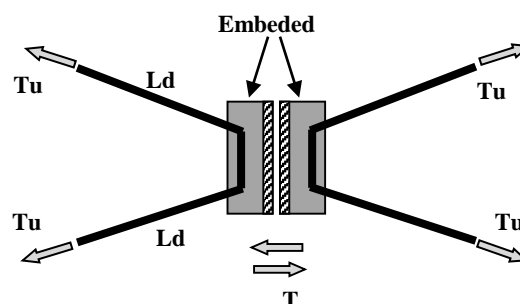
$$l_d = \left( \frac{f_y \cdot d_b}{4 \cdot \sqrt{f_c'}} \right) > 200 \text{ mm}^{(2,3)}$$

Dimana:

- $f_y$  = Tegangan leleh ( Mpa )
- $d_b$  = Nominal diameter tulangan
- $f_c'$  = Mutu beton ( MPa )

## Tension Bonded Nonprestressed

Hal yang sangat menentukan kekuatan lentur dari balok *Precast* sistim welded embedded middle wet joint adalah pada sistim ikatan (bonded) antara beton dengan tulangan, welded antara pelat embedded dengan pelat sambungannya dan kekuatan dari pelat itu sendiri. Untuk itu ACI dan SKNI serta PCI telah mengatur untuk panjang daerah ikatan (bonded) antara beton dan tulangan, yaitu:



Gambar 1. Embeded

$$L_d = \left( \frac{18 \cdot f_y \cdot \alpha \cdot \beta \cdot \lambda \cdot d_b}{25 \cdot \sqrt{f_c'}} \right) > 300 \text{ mm}$$

Dimana :

$f_y$  = Tegangan leleh ( Mpa )  
 $\alpha$  = Reinforcement location factor  
 $\beta$  = Coating factor

$\lambda$  = Lighthweight aggregate concrete factor  
 $d_b$  = Nominal diameter tulangan  
 $f_c'$  = Mutu beton ( MPa )

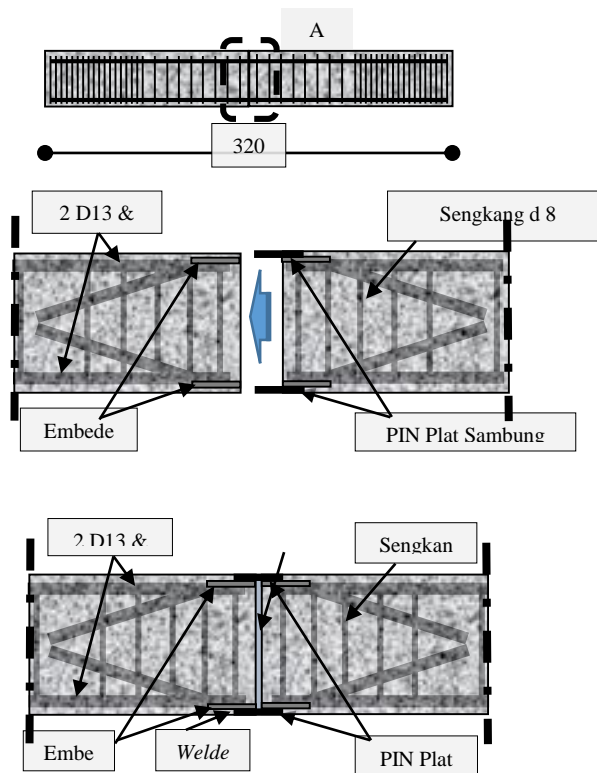
## 2. METODE PENELITIAN

### Prototype Benda Uji

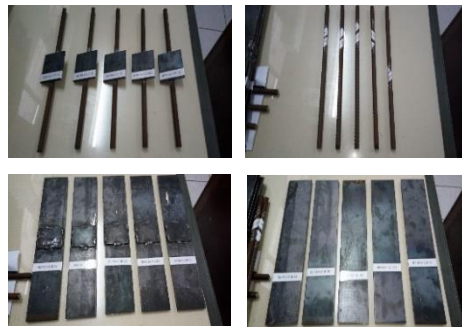
Prototype dari benda uji adalah benda uji berbentuk balok dengan panjang 320 cm, lebar balok 20 cm dan tinggi balok 30 cm. Benda uji ini akan didesain dengan menggunakan tulangan berdiameter 13 mm untuk tulangan lenturnya dan diameter 8 mm (ASTM 615) untuk tulangan gesernya. Untuk mutu beton digunakan mutu beton rencana adalah K300. Jumlah benda uji yang akan dilakukan dalam penelitian ini dapat dilihat pada tabel di bawah ini.

**Tabel 1.** Jumlah Benda Uji

No	Uraian Penelitian	Jumlah Benda Uji	Output
1	Uji Kuat Tekan Beton	5 bh	Performa Joint
2	Uji Kuat Tarik Baja Tulangan	5 bh	Performa Joint
3	Uji Kuat Tarik Baja Plat	5 bh	Performa Joint
4	Uji Bonding Baja Tulangan dengan Beton	5 bh	Performa Joint
5	Uji Tarik Sambungan Las antara Plat Embeded dengan tulangan	5 bh	Performa Joint
6	Uji Tarik Plat sambung dengan plat embeded	5 bh	Performa Joint



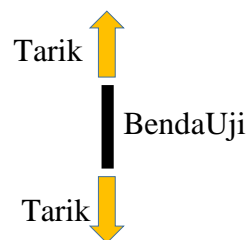
**Gambar 2.** Prototype Benda Uji Balok Precast



**Gambar 3.** *Prototype* Benda Elemen Sambung

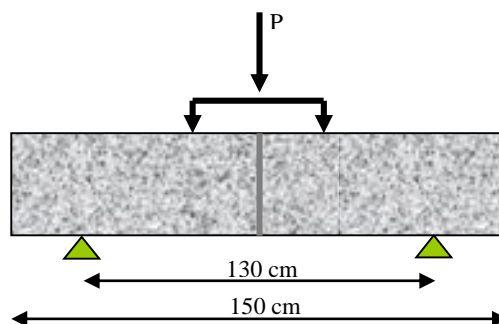
### Metode Pengujian

Untuk metoda pengujian tarik elemen sambungan balok dapat dilihat seperti di bawah ini:



**Gambar 4.** Metode uji Elemen Sambung

Untuk metoda pengujian lentur balok mengacu pada peraturan ASTM C78-02, peneliti akan menggunakan alat *UTM (Universal Testing Machine)* dengan kondisi seperti gambar dibawah ini.



**Gambar 5.** Ilustrasi Pembebanan Balok

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang telah dilakukan telah menghasilkan beberapa data sebagai berikut (a) hasil kuat tekan beton (*compressive strength*) rerata yang dihasilkan adalah 434,22 kg/cm<sup>2</sup> (b) hasil uji tarik rerata antara plat *embedded* dan plat sambung adalah 398,36 Mpa (c) hasil kuat tarik rerata antara plat sambung dengan tulangan D13 terhadap kekuatan tarik plat adalah 465.70 Mpa dan terhadap kekuatan tarik tulangan adalah 570,01 Mpa (d) hasil kuat tarik tulangan D13 adalah 633 Mpa dan hasil kuat leleh (*yield strength*) adalah 441 Mpa (e) hasil kuat tarik plat tebal 4,5 mm adalah 451 Mpa dan kuat leleh (*yield strength*) adalah 331,2 Mpa. Untuk hasil uji tarik las antara plat

sambung dengan plat embedded dan uji tarik las antara plat sambung dengan tulangan diameter 13 ada beberapa sambungan yang memenuhi ketentuan perhitungan teoritis ditandai dengan putusnya bagian pada tulangan dan ada beberapa sambungan yang hasilnya tidak sesuai dengan teoritis hal itu dikarenakan adanya luasan las yang dihasilkan tidak sesuai dengan perhitungan dimensi las teoritis. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat tabel di bawah ini.

**Tabel 2.** Hasil Kuat Tekan Beton

NO	BENDA UJI	LUAS	BERAT	TGL	TGL	BEBAN	MUTU
		cm <sup>2</sup>	g	COR	UJI	kg	kg/cm <sup>2</sup>
1	Benda Uji 1A	225	8147	4.3E+04	4.3E+04	9.9E+04	440.0
2	Benda Uji 1B	225	8067	4.3E+04	4.3E+04	1.1E+05	480.0
3	Benda Uji 1C	225	7911	4.3E+04	4.3E+04	9.0E+04	400.0
4	Benda Uji 2A	225	8097	4.3E+04	4.3E+04	9.4E+04	417.8
5	Benda Uji 2B	225	8050	4.3E+04	4.3E+04	9.8E+04	433.3
							434.2

**Tabel 3.** Hasil Uji Tarik Plat Sambung dan Plat Embeded

NO	BENDA UJI	MAX. LOAD	T.P. JOINT	L.LAS KA.		L.LAS	L.LAS KI	L.LAS	F.KA	F.KI	KET.	
		kg	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	Mpa		
1	Benda Uji 1A	7350	4.54	20.25	23.00	23.25	22.75	21.25	67.25	462.99	437.17	Lepas di las
2	Benda Uji 1B	5700	4.54	21.75	20.50	23.50	22.75	22.25	68.50	509.50	332.85	Lepas di las
3	Benda Uji 1C	7200	4.54	20.00	24.25	23.75	27.25	21.00	72.00	420.44	400.00	Lepas di las
4	Benda Uji 1D	7350	4.54	22.00	26.25	20.75	23.75	22.75	67.25	424.55	437.17	Lepas di las
5	Benda Uji 1E	6250	4.54	21.25	21.75	23.50	19.75	21.75	65.00	373.13	384.62	Lepas di las
									68.00	438.12	398.36	

**Tabel 4.** Hasil Uji Tarik Tulangan dan Plat Sambung Terhadap Plat

NO	BENDA UJI	MAX. LOAD	T.P. JOINT	L.LAS KA.		L.LAS	L.LAS KI	L.LAS	F.KA	F.KI	KET
		kg	mm	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	Mpa	
1	Benda Uji 1A	7050	4.54	33.25	32.25	33.00	31.50	64.50	430.53	437.21	Lepas di las
2	Benda Uji 1B	7500	4.54	32.50	31.75	31.00	30.50	61.50	466.93	487.80	Lepas di las
3	Benda Uji 1C	6900	4.54	32.25	32.25	31.50	31.25	62.75	427.91	439.84	Lepas di las
4	Benda Uji 1D	7500	4.54	30.75	32.00	33.50	32.50	66.00	478.09	454.55	Putus di Tul.
5	Benda Uji 1E	8050	4.54	32.00	29.25	30.50	32.75	63.25	525.71	509.09	Putus di Tul.
									465.83	465.70	

**Tabel 5.** Hasil Uji Tarik Tulangan dan Plat Sambung Terhadap Plat Terhadap Tulangan

NO	BENDA UJI	MAX. LOAD	T.P. JOINT	L.LAS KA.		L.LAS KI	L.LAS	F.KA	F.KI	KET
		kg	mm	mm	mm	mm	mm	Mpa	Mpa	
1	Benda Uji 1A	7050	4.54	33.25	33.00	31.50	64.50	543.05	543.05	Lepas di las
2	Benda Uji 1B	7500	4.54	32.50	31.00	30.50	61.50	577.71	577.71	Lepas di las
3	Benda Uji 1C	6900	4.54	32.25	31.50	31.25	62.75	531.49	531.49	Lepas di las
4	Benda Uji 1D	7500	4.54	30.75	33.50	32.50	66.00	577.71	577.71	Putus di Tul.
5	Benda Uji 1E	8050	4.54	32.00	30.50	32.75	63.25	620.08	620.08	Putus di Tul.
								570.01	570.01	

**Tabel 6.** Hasil Uji Tarik Plat t.4,56 mm

NO	BENDA UJI	t	LEBAR	LUAS	L	F. TARIK	F.LELEH
		mm	mm	mm <sup>2</sup>	mm	Mpa	Mpa
1	Benda Uji 3A	4.56	12.50	57.00	50	402	284
2	Benda Uji 3B	4.56	12.46	56.82	50	470	353
3	Benda Uji 3C	4.5	12.33	55.49	50	461	343
4	Benda Uji 3D	4.5	12.47	56.12	50	461	343
5	Benda Uji 3E	4.56	12.42	56.64	50	461	333
		4.54				451	331.2

**Tabel 7.** Hasil Uji Tarik Tulangan D.13 mm

NO	BENDA UJI	DIM. UKUR	LUAS	L UKUR	K.TARIK	B.LELEH
		mm	mm <sup>2</sup>	mm	Mpa	Mpa
1	Benda Uji 4A	8.92	62.46	45	627	441
2	Benda Uji 4B	8.96	63.02	45	637	441
3	Benda Uji 4C	9.03	64.01	45	647	461
4	Benda Uji 4D	9.11	65.15	45	627	431
5	Benda Uji 4E	9.10	65.01	45	627	431
					633	441

**Tabel 8.** Hasil Uji Tarik Bonding Tulangan D 13 mm- Beton

NO	BENDA UJI	DIA TUL mm	LD mm	A mm <sup>2</sup>	P LELEH N	PU TARIK N	F LELEH Mpa	FU TARIK Mpa
1	B.U 1	12.86	501.81	129.82	52189.2	75,537.00	402.00	581.85
2	B.U 2	12.86	501.81	129.82	54739.8	78,480.00	421.65	604.52
3	B.U 3	12.86	501.81	129.82	55328.4	78,480.00	426.18	604.52
4	B.U 4	12.86	501.81	129.82	54739.8	77,499.00	421.65	596.96
5	B.U 5	12.86	501.81	129.82	54543.6	77,891.00	420.14	599.98
					54,308.2	77,577.40	418.32	597.56

**Tabel 9.** Hasil Uji Tarik Bonding Tulangan D 13 mm- Beton

NO	BENDA UJI	DIA TUL mm	LD mm	A mm <sup>2</sup>	P LELEH N	PU TARIK N	F LELEH Mpa	FU TARIK Mpa
1	B.U 1	12.86	501.81	129.82	52189.2	75,537.00	402.00	581.85
2	B.U 2	12.86	501.81	129.82	54739.8	78,480.00	421.65	604.52
3	B.U 3	12.86	501.81	129.82	55328.4	78,480.00	426.18	604.52
4	B.U 4	12.86	501.81	129.82	54739.8	77,499.00	421.65	596.96
5	B.U 5	12.86	501.81	129.82	54543.6	77,891.00	420.14	599.98
					54308.2	77,577.40	418.32	597.56

#### 4. KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk hasil uji tarik las antara plat sambung dengan plat embedded dan uji tarik las antara plat sambung dengan tulangan diameter 13 ada beberapa sambungan yang memenuhi ketentuan perhitungan teoritis ditandai dengan putusya bagian pada tulangan dan ada beberapa sambungan yang hasilnya tidak sesuai dengan teoritis hal itu dikarenakan adanya luasan las yang dihasilkan tidak sesuai dengan perhitungan dimensi las teoritis
2. Kekuatan tarik putus plat adalah 451 Mpa dan kekuatan tarik leleh plat adalah 351,2 Mpa dan kekuatan tarik putus tulangan D13 adalah 633 Mpa dan kekuatan tarik leleh tulangan adalah 441 Mpa.

## 5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] ACI Committee 318, 2014, *Building Code Requirments for Structure and Commentary*, American Concrete Institute, Detroit
- [2] Nadim, M and Manaser, A, 2008, *Structural Concrete : Theory and Design*, USA, John Wiley and Sons,
- [3] Rodríguez. dan Torres M, Summer 2013, “*Seismic Behavior of type of welded precast concrete beam- colum connection*”, PCI Journal Paper, Vol.58, **Issue: 3**, **Page number: 81-94**
- [4] SNI 03-2847-2013, *Standar Nasional Indonesia, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Bandung, 2013
- [5] Ugur Ersoy and Tankut Tugrul, July-August 1993, “*Precast Concrete Members with Welded Plate Connections Under Reversed Cyclic Loading*”, PCI Jurnal Paper, Volume 38, **Issue: 4**, **Page number: 94-100**