

Analisis Perbandingan Sambungan Welding, Mekanis Tipe Coupler Press dan Ulir Dalam Segi Mutu dan Biaya

Agustinus Waskito Nugroho¹⁾, Iksan Ariffudin²⁾

¹⁾ Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, Jl. Kampus Ronggolawe Blok B No. 1 Mentul Cepu

E-mail: awnugraha9180@gmail.com

²⁾ Teknik Sipil, Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu, Jl. Kampus Ronggolawe Blok B No. 1 Mentul Cepu

E-mail: iksanariffudin23@gmail.com

Abstrak – Sambungan tulangan beton berperan penting dalam menentukan kekuatan dan efisiensi konstruksi. Penelitian ini mem-bandingkan tiga jenis sambungan, yaitu welding, coupler press, dan coupler ulir, ditinjau dari segi mutu dan biaya. Pengujian mutu dilakukan melalui uji tarik pada benda uji berdiameter seragam, sedangkan analisis biaya mencakup kebutuhan material, peralatan, tenaga kerja, dan waktu pelaksanaan. Hasil uji menunjukkan bahwa sambungan welding memiliki rata-rata kekuatan tarik sebesar 222,8 kN, coupler press sebesar 250,1 kN, dan coupler ulir sebesar 192,7 kN. Dari sisi biaya, sambungan welding merupakan yang paling ekonomis dengan total biaya Rp297.893, diikuti coupler press sebesar Rp451.253, dan coupler ulir sebesar Rp519.953. Dengan demikian, coupler press memberikan mutu terbaik, welding paling efisien secara biaya, sedangkan coupler ulir memiliki mutu terendah dengan biaya tertinggi sehingga kurang efektif un-tuk digunakan.

Kata Kunci — Biaya, Coupler Press, Coupler Ulir, Mutu, Sambungan Tulangan, Welding.

Abstract – Reinforcement bar splicing plays an important role in determining structural strength and construction efficiency. This study compares three types of splices—welding, coupler press, and threaded coupler—in terms of quality and cost. Quality was evaluated through tensile tests on uniform rebar specimens, while cost analysis considered materials, equipment, labor, and execution time. The results show that welding splice achieved an average tensile strength of 222.8 kN, coupler press splice 250.1 kN, and threaded coupler splice 192.7 kN. In terms of cost, welding splice proved to be the most economical with a total cost of Rp297,893, followed by coupler press at Rp451,253, and threaded coupler at Rp519,953. Therefore, coupler press provides the best quality, welding is the most cost-efficient option, while threaded coupler offers the lowest strength with the highest cost, making it the least efficient choice for practical application.

Keywords — Coupler Press, Cost, Quality, Reinforcement splice, Threaded coupler, Welding.

1. PENDAHULUAN

Beton bertulang merupakan salah satu material konstruksi yang paling banyak digunakan pada infrastruktur modern, seperti gedung bertingkat, jembatan, maupun fasilitas transportasi. Dalam struktur beton bertulang, baja tulangan berfungsi sebagai elemen penahan gaya tarik yang tidak dapat dipikul oleh beton. [1] Oleh karena itu, keberlanjutan tulangan baja dalam suatu elemen struktur menjadi hal yang sangat penting untuk menjamin kinerja dan keamanan konstruksi.

Pada praktik di lapangan, panjang batang tulangan yang tersedia seringkali terbatas sehingga memerlukan metode sambungan. Beberapa metode sambungan tulangan yang umum digunakan adalah sambungan las (*welding*), sambungan mekanis tipe *coupler*, dan sambungan lewatan (*lapping*). Metode lapping banyak digunakan karena relatif mudah dan murah, namun boros material akibat kebutuhan panjang overlap yang besar. Sebaliknya, metode welding dapat menghasilkan sambungan yang kuat tetapi sangat bergantung pada keterampilan tenaga kerja serta rentan terhadap cacat las. Sementara itu, metode mekanis tipe coupler dianggap lebih modern karena praktis, cepat, dan tidak memerlukan panjang overlap, meskipun biayanya relatif lebih tinggi. [2]

Dengan berkembangnya teknologi dan meningkatnya tuntutan efisiensi pada proyek konstruksi berskala besar, seperti gedung tinggi dan infrastruktur transportasi, pemilihan metode sambungan tulangan tidak hanya mempertimbangkan aspek teknis (mutu dan kekuatan sambungan), tetapi juga aspek ekonomis (biaya material dan

pengerjaan). [3] Beberapa penelitian sebelumnya telah membandingkan metode tertentu, misalnya antara lapping dengan coupler, atau welding dengan coupler, namun belum banyak kajian yang secara langsung membandingkan tiga metode sekaligus: welding, coupler press, dan coupler ulir, khususnya pada tulangan baja mutu BJTS 420 dengan diameter besar (D22).

Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memberikan analisis perbandingan dari ketiga jenis sambungan tersebut ditinjau dari segi mutu (kekuatan tarik hasil uji laboratorium) dan biaya (material dan jasa pengerjaan). Diharapkan, hasil penelitian ini dapat memberikan rekomendasi yang lebih komprehensif bagi praktisi dan akademisi dalam memilih metode sambungan tulangan yang sesuai dengan kebutuhan teknis maupun anggaran proyek.

2. METODE PENELITIAN

Data dianalisis secara kuantitatif dengan membandingkan rata-rata kuat tarik maksimum dan total biaya tiap metode sambungan. Hasil pengujian laboratorium dibandingkan dengan standar minimum SNI 2052:2002, sementara analisis biaya dihitung berdasarkan kebutuhan material dan jasa pengerjaan. Dari kombinasi keduanya diperoleh penilaian efisiensi sambungan baik dari aspek mutu maupun biaya. [4]

2.1 Variabel dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen laboratorium (experimental research) dengan pendekatan kuantitatif. [5] Tujuan utamanya adalah untuk menganalisis dan membandingkan performa tiga jenis sambungan tulangan baja beton bertulang, yaitu pengelasan (welding), sambungan mekanis tipe coupler press, dan sambungan mekanis tipe coupler ulir. [6] Penelitian dilakukan di dua lokasi. Proses perakitan dan persiapan benda uji dilakukan di Blora, Jawa Tengah, sedangkan pengujian tarik dilaksanakan di laboratorium PT Testana Indoteknika, yang memiliki fasilitas Universal Testing Machine (UTM) sesuai standar SNI 2052:2002.

2.2 Objek Penelitian

Objek penelitian berupa 9 batang tulangan baja berdiameter 22 mm yang disambung menggunakan tiga metode berbeda (3 spesimen untuk tiap metode). Proses pengelasan dilakukan oleh tenaga terampil, sedangkan pemasangan coupler mengikuti prosedur pabrikan agar hasil uji representatif.

2.3 Tahapan Penelitian

Pada tahap awal dilakukan penelusuran pustaka dan kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang relevan dengan topik sambungan tulangan. Studi literatur ini digunakan sebagai dasar teori, identifikasi research gap, serta acuan standar pengujian (SNI 2052:2002). Setelah memahami teori dan hasil penelitian terdahulu, dilakukan perancangan desain penelitian dengan menentukan variabel-variabel yang akan diamati. Variabel bebas berupa jenis sambungan (welding, coupler press, dan coupler ulir), variabel terikat berupa kuat tarik maksimum (F_u) dan biaya, serta variabel kontrol berupa ukuran dan mutu tulangan, prosedur uji, dan kondisi lingkungan. [7]

Benda uji yang digunakan adalah tulangan baja BJTS 420 berdiameter 22 mm dengan panjang 50 cm. Total dibuat 9 spesimen yang terdiri dari tiga spesimen untuk tiap metode sambungan. [8] Proses pengelasan dilakukan oleh teknisi berpengalaman, sedangkan pemasangan coupler press dan ulir mengikuti standar prosedur dari pabrikan untuk menjamin konsistensi. Seluruh benda uji kemudian diuji tarik di laboratorium PT Testana Indoteknika menggunakan Universal Testing Machine (UTM). Uji tarik dilakukan sampai sampel mencapai kondisi ultimate (F_u). Data yang dicatat meliputi beban tarik maksimum, tegangan tarik, serta lokasi kegagalan (pada batang tulangan atau pada sambungan).

Selain data kuat tarik, dilakukan juga pencatatan biaya yang diperlukan untuk tiap metode sambungan. Komponen biaya yang diperhitungkan meliputi harga tulangan, harga coupler (untuk metode mekanis), serta biaya jasa pengerjaan (pengelasan, pengepresan, dan pembubutan ulir). Data hasil uji tarik dianalisis untuk mendapatkan rata-rata kuat tarik maksimum masing-masing metode sambungan dan dibandingkan dengan standar minimum SNI 2052:2002 ($1,25 \times f_y$ atau 199,5 kN untuk BJTS 420 D22). Selanjutnya data biaya dihitung total untuk tiga sampel tiap metode, kemudian dibandingkan untuk menilai efisiensi ekonomi. [9] Hasil uji tarik dan analisis biaya kemudian dipadukan dalam bentuk perbandingan mutu-biaya. Tahap ini bertujuan mengevaluasi efisiensi tiap metode, dengan mempertimbangkan apakah mutu sambungan memenuhi syarat teknis serta seberapa besar biaya yang diperlukan. Tahap akhir adalah menarik kesimpulan mengenai keunggulan dan kelemahan masing-masing metode sambungan serta memberikan rekomendasi metode yang paling sesuai berdasarkan prioritas mutu atau efisiensi biaya. [3]

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian yang diperoleh disajikan dalam bentuk uraian teoritik, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Hasil penelitian bertujuan untuk menjawab masalah yang telah diuraikan dalam bagian pendahuluan. Data hasil penelitian dapat ditampilkan dalam bentuk tabel atau grafik, yang kemudian dianalisis secara ilmiah. [10] Selanjutnya, pembahasan dilakukan dengan membandingkan hasil penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, untuk melihat kesamaan, perbedaan, atau konsisten dengan teori yang ada.

3.1 Pengujian Kuat Tarik Tulangan Acuan

Pengujian awal dilakukan pada tulangan BjTS 420 D22 tanpa sambungan sebagai acuan. Hasil rata-rata kuat tarik maksimum (F_u) yang diperoleh adalah 224,52 kN dengan tegangan tarik 590,65 MPa. Seluruh spesimen mengalami kegagalan pada batang tulangan, bukan pada titik tertentu, sehingga hasil ini merepresentasikan kapasitas asli tulangan. Nilai ini digunakan sebagai dasar pembanding mutu setiap jenis sambungan.



Gambar 1.1 Sebelum dan Sesudah Uji Tarik BjTS 420 D22

Tabel 1.1 Hasil Pengujian BjTS 420 D22

NO.	Code	Diameter (mm)	A (mm ²)	F_y (kN)	F_u (kN)	σ_y (MPa)	σ_u (MPa)
1	BjTS420B HJS D16-1	16	201,1	92,82	127,21	461,6	632,7
2	BjTS420B HJS D16-2	16	201,1	91,24	123,55	453,8	614,5
3	BjTS420B HJS D22-1	22	380,1	168,04	225,33	442,1	592,8
4	BjTS420B HJS D22-2	22	380,1	166,95	223,72	439,2	588,5
5	BjTS420B HJS D25-1	25	490,9	216,75	294,00	441,6	598,9
6	BjTS420B HJS D25-2	25	490,9	234,45	295,07	477,6	601,1

3.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik Sambungan

3.2.1 Sambungan Welding

Nilai kuat tarik rata-rata sebesar 222,8 kN (99,57% dari batang acuan). Seluruh kegagalan terjadi pada batang tulangan, bukan pada daerah sambungan. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas pengelasan cukup baik, walaupun sedikit di bawah batang utuh. Faktor yang memengaruhi adalah adanya *heat affected zone* pada daerah las.



Gambar 2.1 Sebelum dan Sesudah Uji Tarik Sambungan Welding

Tabel 2.1 Hasil Pengujian BjTS 420 D22

NO.	Code	Diameter (mm)	A (mm ²)	F _y (kN)	F _u (kN)	σ _y (MPa)	σ _u (MPa)	Description
1	Welded D22 -1	22	380,1	171,08	224,37	450,1	590,2	Failure on Reinforcement Bar
2	Welded D22 -2	22	380,1	170,90	222,41	449,6	585,1	Failure on Reinforcement Bar
3	Welded D22 -3	22	380,1	169,81	221,67	446,7	583,1	Failure on Reinforcement Bar

3.2.2 Sambungan Coupler Press

Sambungan coupler press menghasilkan kuat tarik rata-rata tertinggi yaitu 250,1 kN (112,79% dari batang acuan). Seluruh kegagalan terjadi pada batang tulangan, menandakan bahwa sambungan lebih kuat daripada tulangan itu sendiri. Mekanisme penguncian dengan tekanan merata membuat sambungan ini sangat andal.



Gambar 2.2 Sebelum dan Sesudah Uji Tarik Sambungan Coupler Press

Tabel 2.2 Hasil Pengujian Sambungan Coupler Press

NO.	Code	Diameter (mm)	A (mm ²)	F _y (kN)	F _u (kN)	σ _y (MPa)	σ _u (MPa)	Description
1	Clamp Coupler + D22 -1	22	380,1	180,88	254,16	475,8	668,6	Failure on Reinforcement Bar
2	Clamp Coupler + D22 -2	22	380,1	188,93	247,85	497,0	652,0	Failure on Reinforcement Bar
3	Clamp Coupler + D22 -3	22	380,1	182,37	248,23	479,8	653,0	Failure on Reinforcement Bar

3.2.3 Sambungan Coupler Ulir

Nilai rata-rata yang dicapai hanya 192,7 kN (86,93% dari batang acuan), di bawah standar minimum SNI 2052:2002 sebesar 199,5 kN. Kegagalan terjadi pada sambungan berupa slip ulir. Hal ini mengindikasikan kualitas pemasangan atau desain ulir belum optimal.



Gambar 2.3 Sebelum dan Sesudah Uji Tarik Sambungan Coupler Ulir

Tabel 2.3 Hasil Pengujian Sambungan Coupler Ulir

NO.	Code	Diameter (mm)	A (mm ²)	F _u (kN)	σ _u (MPa)	Description
1	Drat Coupler + D22 -1	22	380,1	189,18	497,7	Slipped on Coupler
2	Drat Coupler + D22 -2	22	380,1	195,88	515,3	Slipped on Coupler
3	Drat Coupler + D22 -3	22	380,1	193,13	508,1	Slipped on Coupler

Pembahasan terhadap hasil penelitian dan pengujian yang diperoleh disajikan dalam bentuk uraian teoritik, baik secara kualitatif maupun kuantitatif. Hasil penelitian bertujuan untuk menjawab masalah yang telah diuraikan dalam bagian pendahuluan. Data hasil penelitian dapat ditampilkan dalam bentuk tabel atau grafik, yang kemudian dianalisis secara ilmiah. Selanjutnya, pembahasan dilakukan dengan membandingkan hasil penelitian ini dengan penelitian sebelumnya, untuk melihat kesamaan, perbedaan, atau konsisten dengan teori yang ada.

3.3 Perbandingan Mutu Sambungan

Jika dibandingkan dengan acuan, terlihat bahwa:

- Welding hampir setara dengan batang utuh dan memenuhi standar SNI.
- Coupler press melampaui batang acuan, menjadi metode paling unggul.
- Coupler ulir tidak memenuhi standar, karena mutunya lebih rendah dari batas minimum.

Tabel 3.1 Perbandingan Uji Kuat Tarik

Metode Sambungan	Rata-rata Gaya Tarik Maksimum (f_u)	Presentase Terhadap Batang Acuan (%)	Keterangan
BjTS 420 D22	224,52 kN	100%	Acuan tanpa sambungan
<i>Welding</i>	222,8 kN	99,57%	Hampir sempurna dengan batang acuan
<i>Coupler Press</i>	250,1 kN	112,79%	Melampaui batang acuan (sangat baik)
<i>Coupler Ulir</i>	192,7 kN	86,93%	Dibawah batang acuan (tidak memenuhi)

Hasil ini membuktikan bahwa metode sambungan memiliki pengaruh signifikan terhadap mutu tulangan. Keunggulan coupler press menjadikannya opsi paling layak untuk proyek dengan tuntutan mutu tinggi, sedangkan welding masih dapat diandalkan dengan catatan kontrol kualitas yang ketat.

3.4 Analisis Biaya Sambungan

Analisis biaya dilakukan dengan menghitung kebutuhan material dan jasa pengerjaan untuk tiga spesimen tiap metode:

- **Welding:**

Harga Besi Tulangan = $\text{Rp}32.631 \times 3 = \text{Rp}147.893$

Harga jasa Las = $\text{Rp}50.000 \times 3 = \text{Rp}150.000$

Total biaya untuk 3 sambungan = $\text{Rp}147.893 + \text{Rp}150.000$

= $\text{Rp}297.893,00$

- **Coupler Press:**

Harga Besi Tulangan = $\text{Rp}32.631 \times 3 = \text{Rp}147.893$

Harga *coupler* = $\text{Rp}51.120 \times 3 = \text{Rp}153.360$

Harga jasa jepit = $\text{Rp}50.000 \times 3 = \text{Rp}150.000$

Total biaya untuk 3 sambungan = $\text{Rp}147.893 + \text{Rp}153.360 + \text{Rp}150.000$

= $\text{Rp}451.253,00$

- **Coupler Ulir:**

Harga Besi Tulangan = $\text{Rp}32.631 \times 3 = \text{Rp}147.893$

Harga *coupler* = $\text{Rp}34.020 \times 3 = \text{Rp}102.060$

Harga jasa Bubut = $\text{Rp}90.000 \times 3 = \text{Rp}270.000$

Total biaya untuk 3 sambungan = $\text{Rp}147.893 + \text{Rp}102.060 + \text{Rp}270.000$

= $\text{Rp}519.953,00$

3.5 Performa dan Efisiensi

Hasil uji tarik menunjukkan bahwa coupler press adalah metode paling unggul dari sisi mutu, bahkan melampaui batang utuh. Namun, tingginya biaya menjadi pertimbangan dalam pemilihan metode. Sebaliknya, welding merupakan metode yang paling ekonomis dengan mutu mendekati batang acuan, sehingga cocok untuk proyek dengan keterbatasan anggaran. Sedangkan coupler ulir dinilai tidak efisien karena biayanya paling tinggi, tetapi mutunya tidak memenuhi standar. Secara keseluruhan, pemilihan metode sambungan sangat bergantung pada prioritas proyek: coupler press untuk mutu tinggi dan keandalan, sedangkan welding untuk efisiensi biaya. Coupler ulir sebaiknya dievaluasi kembali kualitas pemasangan maupun produknya sebelum diterapkan secara luas.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian uji tarik dan analisis biaya terhadap tiga jenis sambungan tulangan beton bertulang, dapat ditarik beberapa kesimpulan berikut:

1. Keunggulan dan kelemahan masing-masing metode sambungan

Welding: menghasilkan kuat tarik rata-rata 222,8 kN (99,57% dari batang acuan), memenuhi standar SNI 2052:2002. Keunggulannya adalah biaya rendah dan mutu mendekati tulangan utuh, sedangkan kelemahannya terletak pada risiko cacat akibat kualitas pengelasan yang kurang baik. Welding direkomendasikan untuk proyek yang menekankan efisiensi biaya dengan mutu standar.

Coupler Press: memberikan hasil uji tarik tertinggi sebesar 250,1 kN (112,79% dari batang acuan). Keunggulannya adalah mutu sangat baik, hasil konsisten, dan kegagalan terjadi pada batang tulangan, bukan pada sambungan. Kekurangannya adalah biaya lebih tinggi dibandingkan welding. Metode ini cocok untuk proyek dengan tuntutan mutu tinggi, keterbatasan ruang, dan kebutuhan percepatan waktu pengerjaan.

Coupler Ulir: menghasilkan kuat tarik terendah yaitu 192,7 kN (86,93% dari batang acuan) dan tidak memenuhi standar SNI. Kelebihannya hanya terletak pada kemudahan pemasangan, namun kelemahannya cukup signifikan karena mutu rendah dan biaya justru paling tinggi.

2. Efisiensi dan efektivitas metode sambungan

- Dari segi mutu, coupler press merupakan metode paling unggul karena menghasilkan kuat tarik tertinggi, bahkan melampaui tulangan utuh.
- Dari segi biaya, welding adalah metode paling ekonomis dengan total Rp297.893, dibandingkan coupler press Rp451.253 dan coupler ulir Rp519.953.
- Secara keseluruhan, welding direkomendasikan untuk proyek yang berorientasi pada efisiensi biaya, sementara coupler press menjadi pilihan utama bagi proyek yang membutuhkan jaminan mutu tinggi. Coupler ulir kurang direkomendasikan karena mutu rendah dan biaya tinggi.

5. SARAN

Untuk pengembangan penelitian lebih lanjut serta penerapan di lapangan, beberapa saran dapat diberikan:

1. Pengujian Pada Benda Uji Berbentuk Balok

Penelitian berikutnya disarankan menggunakan benda uji balok beton bertulang dengan berbagai metode sambungan. Hal ini akan memberikan gambaran performa sambungan yang lebih realistis dalam kondisi pembebanan seperti struktur di lapangan.

2. Variasi Diameter Tulangan

Pengujian dapat diperluas dengan diameter tulangan yang berbeda (misalnya D16, D25, D32), sehingga dapat dianalisis apakah fenomena *slip* pada coupler ulir juga konsisten terjadi pada berbagai ukuran tulangan.

3. Uji Beban Dinamis dan Siklis

Selain beban tarik statis, perlu dilakukan uji beban dinamis dan siklis untuk mensimulasikan kondisi lapangan pada bangunan tahan gempa. Dengan demikian, performa sambungan dapat dievaluasi lebih komprehensif pada kondisi ekstrem.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rokhman and A. Supriatna, "Pengaruh Variasi Panjang Sambungan Las Terhadap Kapasitas Kuat Tarik Baja Tulangan," *Jurnal Konstruksia*, vol. 5, no. 1, pp. 1-8, 2013.
- [2] M. F. Musyaffa and J. Jafar, "Perbandingan kinerja lentur balok beton bertulang dengan sambungan lewatan dan sambungan mekanik (clamp)," *Jurnal TAPAK*, vol. 6, no. 2, pp. 89-96, 2017.
- [3] M. Natalia, J. Atmaja, M. F. Khairan dan R. Riswandi, "Analisis Biaya dan Waktu Penerapan Metose Couple dan Welding Pada Struktur Kolom," *Siklus: Jurnal Teknik Sipil*, vol. 9, no. 2, 2025.
- [4] Badan Standarisasi Nasional, SNI 2052:2002, Jakarta: BSN, 2002.
- [5] Sugiyono, Metode Penelitian Kuantitatif, kualitatif, dan R&D, Bandung: Alfabeta, 2019.
- [6] R. W. Nugraha dan J. Jafar, "Perbandingan Efektivitas antara Sambungan Lewatan dan Sambungan Mekanis Tipe Coupler pada Balok Beton Bertulang," *Saintis: Jurnal Teknik Sipil dan Perencanaan*, vol. 24, no. 1, pp. 1-10, 2024.
- [7] B. S. Rahmayuda and J. Jafar, "Perbandingan Kinerja Lentur Balok Beton Bertulang dengan Sambungan Lewatan dan Sambungan Mekanis Tipe Cold Forged Sleeve with Parallel Threads," *Jurnal Teknika*, vol. 20, no. 1, pp. 33-34, 2025.
- [8] H. Muhammad and A. Triwiyono, Kinerja Sambungan Mekanis Jenis Coupler Terbuat dari Tulangan sirip akrobat Pembebanan Tarik Monotonik, Universitas Gadjah Mada: Master Thesis, 2023.
- [9] A. Abrar, R. Thamrin and J. Tanjung, "Kajian eksperimental kuat lentur balok pada sambungan balok-kolom beton bertulang," *Jurnal Rekayasa Sipil*, vol. 11, no. 2, pp. 107-116, 2015.
- [10] Z. Arifin, Metodologi Penelitian Pendidikan dan Teknik Sipil, Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2017.