

# Kajian Hasil Uji Mutu dan Rencana Biaya Penggunaan Sambungan *Mechanical Coupler*

Gita Puspa Artiani<sup>1\*</sup>, Achmad Pahrul Rodji<sup>2</sup>, Ferry Anggriawan<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana, Indonesia,

<sup>3</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Krisnadwipayana, Indonesia

\*e-mail koresponden: gita\_artiani@unkris.ac.id

## Abstrak

Pembangunan Menara Jakarta Kemayoran dilakukan dengan menggunakan sambungan *mechanical coupler* pada konstruksi kolom bangunannya, dikarenakan penyambungan dengan sambungan yang *overlap* atau konvensional bukanlah cara yang tepat untuk menyambung tulangan. Penulangan utama pada kolom menggunakan besi ulir diameter 25. Metode sambungan *mechanical coupler* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *coupler grip*, dengan kuat tarik besi tulangan yang direncanakan adalah 525 N/mm<sup>2</sup>. Struktur kolom yang menjadi sampel adalah kolom utama dengan ukuran besi tulangan utama  $\geq 32$  mm. Penelitian ini berfokus dalam analisis terhadap uji mutu dan rencana biaya. Pendekatan analisis yang digunakan adalah analisis deskriptif dengan mencari perbandingan kedua variabel. Pengujian kuat tarik tulangan beton menggunakan sambungan *mechanical coupler* menunjukkan hasil berturut-turut 621,04 MPa, 624,86 MPa, 625,41 MPa, hasil tersebut melebihi batas minimal yang telah ditentukan dalam SNI-2052-2017 yaitu 525 MPa. Sedangkan perhitungan biaya sambungan dengan metode *mechanical coupler* membutuhkan biaya total Rp. 139.824.000,- sedangkan biaya dengan menggunakan sambungan konvensional sebesar Rp. 191.161.127,-. Dari hasil perhitungan didapat selisih 37 % lebih murah dari sambungan tulangan konvensional. Penelitian ini dapat dijadikan referensi dalam alternatif pemilihan sambungan tulangan.

**Kata kunci:** Uji Mutu, Rencana Biaya, *Mechanical Coupler*

## Abstract

The construction of the Jakarta Kemayoran Tower was carried out using a mechanical coupler connection in the building column construction, because overlapping or conventional connections are not the right way to connect reinforcement. The main reinforcement in the column uses threaded iron with a diameter of 25. The mechanical coupler connection method used in this study is a coupler grip, with the planned tensile strength of the reinforcing steel being 525 N/mm<sup>2</sup>. The column structure that is sampled is the main column with the size of the main steel reinforcement  $\geq 32$  mm. This study focuses on the analysis of quality tests and cost plans. The analytical approach used is descriptive analysis by looking for a comparison of the two variables. Testing the tensile strength of concrete reinforcement using a mechanical coupler connection showed successive results of 621.04 MPa, 624.86 MPa, 625.41 MPa, these results exceeded the minimum limit specified in SNI-2052-2017, namely 525 MPa. Meanwhile, the calculation of connection costs using the mechanical coupler method requires a total cost of Rp. 139,824,000, - while the cost of using a conventional connection is Rp. 191.161.127,-. From the calculation results, it is obtained that the difference is 37% cheaper than conventional reinforcement connections. This research can be used as a reference in alternative selection of reinforcement joints.

**Keywords:** Quality test, Cost Plan, Mechanical Coupler

## 1. PENDAHULUAN

Pembangunan Menara Jakarta Kemayoran dilakukan dengan menggunakan sambungan *mechanical coupler* pada konstruksi kolom bangunannya. Pada proyek ini penulangan utama pada kolom menggunakan besi ulir diameter 25 mm dan perlu disambung. Sambungan pada struktur beton biasanya menggunakan sambungan konvensional atau *overlapping*. Sambungan tulangan konvensional/*overlapping* membutuhkan dua buah sejajar yang *overlap*. Namun, penyambungan dengan sambungan yang *overlap* bukanlah cara yang tepat untuk menyambung tulangan utama. Penggunaan sambungan *overlap*

membutuhkan lebih banyak besi tulangan dalam hal desain dan pemasangan dilapangan, sambungan ini dirasa kurang efisien dalam besarnya biaya yang dikeluarkan untuk proyek ini.

Tujuan utama pada manajemen proyek yang baik adalah dapat menyelesaikan proyek dalam waktu yang tepat, biaya yang efisien dan kualitas yang baik (Dharma Saputra, Pungky, 2020). Waktu, biaya dan kualitas adalah *Triple Constraint* yaitu tiga kendala dari suatu proyek, jika ingin dikatakan sukses maka ketiga sasaran itu harus dapat dipenuhi. Dalam proses konstruksi kendala tersebut dapat timbul kapan saja dan dimana saja tanpa bisa di prediksi sebelumnya tetapi dapat kita antisipasi dengan langkah-langkah yang *inovatif* agar semua target dapat tercapai.

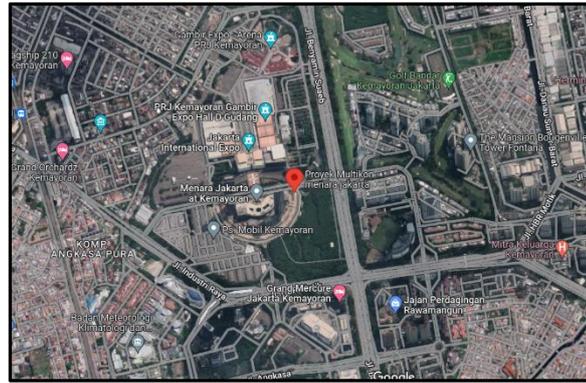
Pemilihan sistem yang tepat pada proyek konstruksi menjadi salah satu faktor untuk menentukan keberhasilan proyek. Sistem yang digunakan juga merupakan bentuk dukungan terhadap suatu teknologi konstruksi dan implementasi dari teknologi yang telah dikembangkan dari masa ke masa. Perkembangan konstruksi saat ini memiliki tujuan yang sama yaitu dapat digunakan dan menjadi bermanfaat pada suatu proyek. Teknologi penyambungan tulangan beton pada struktur bangunan yang ada saat ini adalah *mechanical coupler*.

Berdasarkan pada permasalahan di atas dan pentingnya kualitas serta biaya dalam pemilihan teknologi konstruksi, untuk itu perlu dilakukan Analisa lebih lanjut tentang penggunaan teknologi *mechanical coupler* pada pelaksanaan konstruksi proyek Menara Jakarta Kemayoran. Metode sambungan *mechanical coupler* yang digunakan dalam penelitian ini adalah *coupler grip*, dengan kuat tarik besi tulangan yang direncanakan adalah 525 N/mm<sup>2</sup>. Struktur kolom yang menjadi sampel adalah kolom utama dengan ukuran besi tulangan utama  $\geq 32$  mm. Penelitian ini berfokus dalam analisis terhadap kualitas dan biaya, analisis terhadap waktu pelaksanaan proyek tidak dibahas karena banyak aspek yang saling berkaitan sehingga efisiensi waktu dapat tercapai tidak hanya dengan penggunaan *mechanical coupler* saja dan membutuhkan waktu analisis cukup panjang. Harapan dari pelaksanaan penelitian ini adalah dapat digunakan sebagai referensi dalam pemilihan sambungan tulangan pada struktur kolom beton.

## 2. METODE PENELITIAN

### Variabel dan lokasi penelitian

Variabel pada penelitian ini terdiri dari 2 yaitu sambungan tulangan konvensional dan sambungan tulangan dengan *mechanical coupler*. Penelitian mengacu pada SNI-2052-2017 tentang “Baja Tulangan Beton”. Pengujian kuat tarik besi tulangan dilakukan di laboratorium *independent* yang ditunjuk dan telah berstandar serta tersertifikasi. Lokasi penelitian dilakukan pada proyek Menara Jakarta Kemayoran yang beralamatkan di Arena Pekan Raya Jakarta Kemayoran, Jl. H. Benyamin Sueb No.10, RW.10, Gn. Sahari Sel., Kec. Kemayoran, Kota Jakarta Utara, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 14410.



**Gambar 1. Lokasi Penelitian proyek Menara Jakarta Kemayoran**

Sumber : Google maps

**Data Penelitian**

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 2 yaitu data primer dan data sekunder.

1. Data primer yaitu data material besi tulangan dan sampel sambungan dengan *mechanical coupler* yang diambil dari lokasi proyek konstruksi. Data material tersebut tersebut dapat dilihat pada tabel 1.

**Tabel 1. Data Material Penelitian**

Data Material	Baja Tulangan	Mechanical Coupler
Jenis	Ulir	<i>Coupler Grid</i>
Diameter (m)	32	32
Kuat Tarik (Mpa)	525	525
Produksi	Indonesia	Jepang

Sumber : data hasil pengamatan dilapangan 2022

2. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan harga satuan pada saat *purchase order / work order* dalam menghitung biaya yang dikeluarkan untuk sambungan konvensional dan sambungan *mechanical coupler* berdasarkan volume pekerjaan

**Tabel 2. Daftar harga satuan**

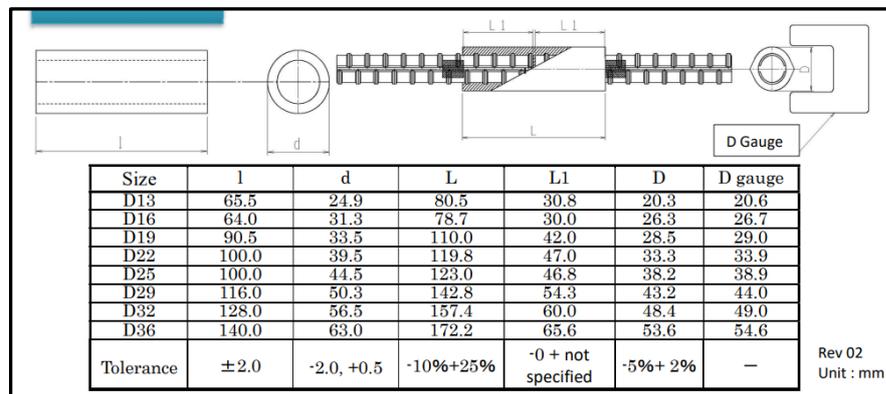
Sambungan Mechanical Coupler	Harga Material (IDR)	Upah Pasang (IDR)	Sambungan Konvensional	Tulangan utama D22	Tulangan utama D25	Tulangan utama D32
Coupler System (D22)	31.000	16.000	Jumlah Sambungan (titik)	48	466	1218
Coupler System (D25)	36.000	16.000	Panjang (m/titik)	1,10	1,25	1,60

Coupler System (D32)	70.000	22.000	Berat (kg/m)	2,98	3,85	6,31
			Harga satuan (IDR)	11.000	11.000	11.000

Sumber : Data harga satuan

### Sample Proyek

Proyek Menara Jakarta Kemayoran menjadi sampel proyek dalam penelitian ini, dimana *mechanical coupler* yang digunakan adalah tipe RII sesuai dengan pemilihan kontraktor utama, produk yang dikeluarkan oleh Fujibolt Indonesia ini memiliki beberapa kelebihan antara lain : biaya relatif murah dan kualitas *coupler* yang tinggi, cocok digunakan untuk struktur kolom dan *borepile*, type RII joint dapat digunakan di lokasi manapun, dapat mempersingkat waktu prefabrikasi karena pemasangan yang mudah, mesin penjepit dapat menyambung tulangan tulangan dari grade D13 ke D36 BjTS 420, telah memenuhi kriteria Type 2 coupler sesuai dengan ACI 318 / ICC ES AC133 Type 2, dapat mengurangi limbah besi sambungan serta dapat diaplikasikan pada besi yang sudah terpasang dilapangan. Detail dimensi dari tipe RII dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Tabel Dimensi Coupler Tipe RII

Sumber : Data Penelitian 2022

### Tahapan Penelitian

Penelitian ini direncanakan melalui 2 tahapan utama yaitu : (1).Tahap pertama yaitu pengetesan kualitas sambungan tulangan konvensional dan metode *coupler* ini dilakukan dengan menggunakan metode pengetesan kuat tarik sambungan dengan menggunakan alat yang telah di sertifikasi dan di kalibrasi, sehingga didapatkan keakuratan hasil pengetesan tersebut. (2). Tahap kedua yaitu melakukan analisis perbandingan perhitungan biaya yang dikeluarkan dalam proses konstruksi ini. Pada analisis perhitungan biaya akan dilakukan pada struktur tulangan beton pada kolom. Analisis perhitungan biaya dilakukan dengan rumus umum perhitungan biaya yaitu :

$$Total\ Biaya = Volume \times Harga\ Satuan \tag{1}$$

Total biaya pekerjaan dengan sambungan tulangan konvensional dan sambungan *mechanical coupler* yang sudah dihitung kemudian akan dibandingkan agar bisa dianalisis dan akan menghasilkan sebuah kesimpulan.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengujian Kualitas

Besi tulangan beton yang akan di uji tarik terlebih dahulu disambung menggunakan *mechanical coupler* dengan mengikuti standar dari perusahaan. Besi tulangan ulir yang di siapkan dengan panjang 50 cm dan diameter 32 mm berjumlah 6 buah dan *Coupler grip* tipe RII dengan diameter 32 mm berjumlah 3 buah. Adapun langkah-langkah penyambungan besi adalah sebagai berikut :

1. Siapkan besi beton, *coupler*, mesin *clamping*, cat pilok, alat ukur.
2. Besi beton dengan diameter 32 mm panjang 50 cm sebanyak 6 buah.
3. Rapihkan permukaan besi yang tajam menggunakan gerinda.
4. Beri tanda cap pada ujung besi menggunakan cat pilok sesuai dengan ukuran yang dikerjakan.
5. Masukkan besi beton yang sudah ditandai kedalam *coupler*, pastikan jarak *coupler* tidak melewati/kurang dari tanda cat pilok.
6. Mulai lakukan penjepitan menggunakan mesin *clamping* dengan menekan tombol ke arah bawah untuk menurunkan piston sampai pompa berhenti otomatis.
7. Tekan tombol ke arah atas untuk menaikkan piston, kemudian pindahkan posisi pada bagian *coupler* lainnya kemudian lakukan penjepitan pada posisi berikutnya.
8. Pastikan semua bagian *coupler* telah terjepit dengan sempurna, apabila “gagal” atau terdapat bagian yang belum di jepit maka ulangi penjepitan sampai semua bagian terjepit sempurna.
9. Lakukan proses *Quality Control* (QC) pada besi tulangan yang telah disambung menggunakan *coupler*.



**Gambar 3. Besi Tulangan Diameter 32 mm yang tersambung *mechanical Coupler Grip* Tipe RII**

Sumber : Dokumentasi Penelitian 2022

Pengujian kuat tarik besi tulangan beton yang telah selesai disambung menggunakan *mechanical coupler* dan telah dinyatakan “OK” pada proses QC, kemudian dilakukan pengujian kuat tarik besi beton seperti pada gambar 4 dan tabel 3 adalah hasil pengujian yang telah dilakukan.



**Gambar 4. Benda Uji Terpasang Pada Mesin Uji Tarik dan hasil benda uji yang terputus**

Sumber : Dokumentasi Penelitian 2022

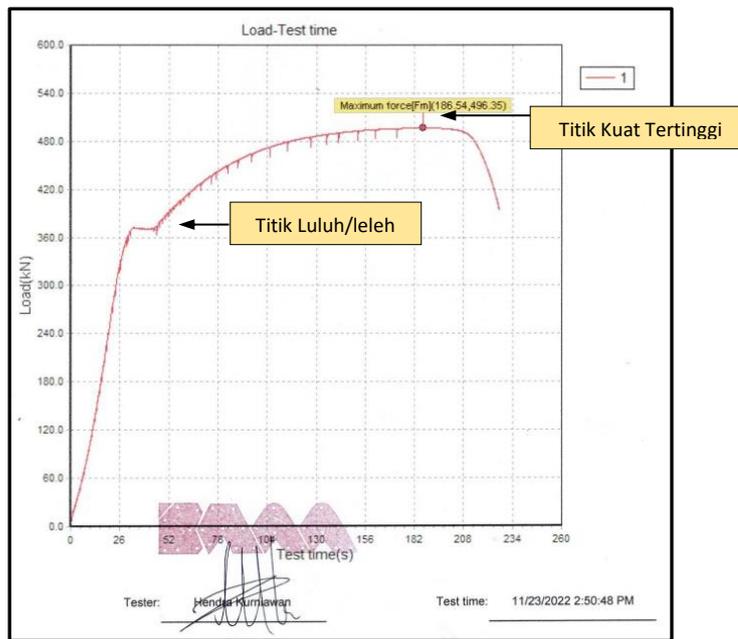
**Tabel 3. Hasil Uji Kuat Tarik tulangan beton**

No	Code	Diameter Nominal (mm)	Area $A_o$ ( $mm^2$ )	Force $F_y$ (kN)	Strength $\delta_y$ (MPa)	Force $F_u$ (kN)	Strength $\delta_u$ (MPa)
1	FBI-MS-TYPE R2-S32-1	31,90	799,23	362,72	453,84	496,35	621,04
2	FBI-MS-TYPE R2-S32-2	31,90	799,23	362,28	455,79	499,41	624,86
3	FBI-MS-TYPE R2-S32-3	31,95	801,74	375,74	468,08	501,41	625,41

Sumber : Hasil Uji Laboratorium 2022

### Benda Uji No 1

Berdasarkan tabel hasil pengujian diatas didapat hasil pengetesan pada benda uji no.1 dengan diameter 31,90 dan luas area 799,23 menghasilkan kuat luluh/leleh sebesar 453,84 MPa dan menghasilkan kuat tarik sebesar 621,04 MPa. Pada benda uni no.2 dengan diameter 31,90 dan luas area 799,23 menghasilkan kuat luluh/leleh sebesar 455,79 MPa dan menghasilkan kuat tarik sebesar 624,86 MPa. Pada benda uni no.3 dengan diameter 31,95 dan luas area 801,74 menghasilkan kuat luluh/leleh sebesar 468,08 MPa dan menghasilkan kuat tarik sebesar 625,41 MPa. Hasil uji tes tarik juga dapat dilihat pada gambar 5.

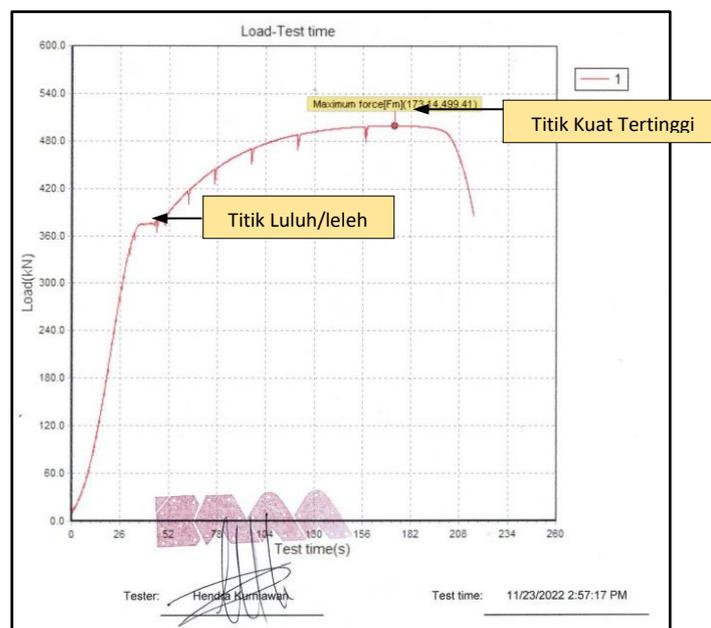


Sumber : Hasil Penelitian, 2022.

**Gambar 5. Grafik Hasil Uji Tarik Benda Ke-1**

Berdasarkan grafik pengujian diatas didapat hasil pengesanan pada benda uji no.1 titik luluh/leleh diangka 362,72 kN sama dengan 453,84 MPa dan kekuatan tertinggi diangka 496,35 kN sama dengan 621,04 MPa. Artinya dari hasil diatas benda uji besi tulangan beton telah memenuhi standar yang ditetapkan pada SNI-2052-2017 yaitu kuat luluh/leleh minimal 420 MPa dan maksimal 545 MPa, sedangkan kuat tarik minimal 525 MPa.

**Benda Uji No 2**

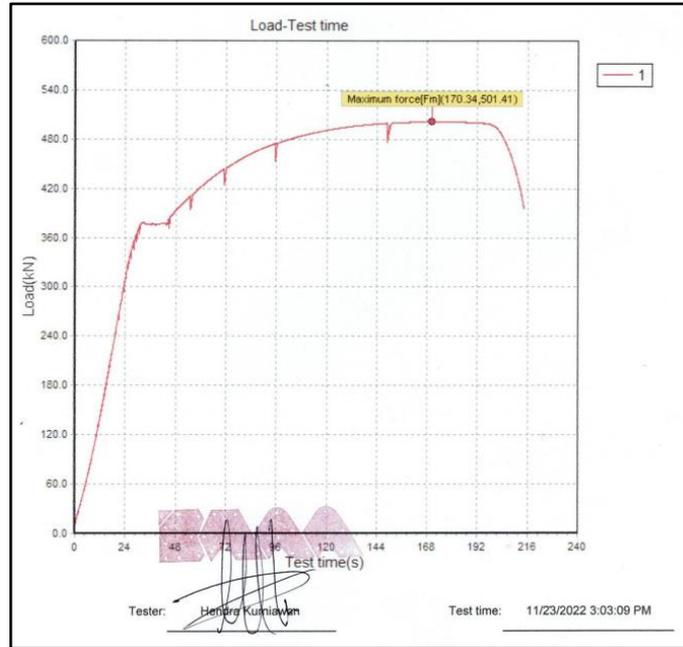


Sumber : Hasil Penelitian, 2022.

**Gambar 6. Grafik Hasil Uji Tarik Benda Ke-2**

Berdasarkan grafik pengujian diatas didapat hasil pengetesan pada benda uji no.2 titik luluh/leleh diangka 362,28 kN sama dengan 455,79 MPa dan kekuatan tertinggi diangka 499,41 kN sama dengan 624,86 MPa. Artinya dari hasil diatas benda uji besi tulangan beton telah memenuhi standar yang ditetapkan pada SNI-2052-2017 yaitu kuat luluh/leleh minimal 420 MPa dan maksimal 545 MPa, sedangkan kuat tarik minimal 525 MPa.

**Benda Uji No 3**



Sumber : Hasil penelitian 2022

**Gambar 7. Grafik Hasil Uji Tarik Benda Ke-3**

Berdasarkan grafik pengujian diatas didapat hasil pengetesan pada benda uji no.3 titik luluh/leleh diangka 375,28 kN sama dengan 468,08 MPa dan kekuatan tertinggi diangka 501,41 kN sama dengan 625,41 MPa. Artinya dari hasil diatas benda uji besi tulangan beton telah memenuhi standar yang ditetapkan pada SNI-2052-2017 yaitu kuat luluh/leleh minimal 420 MPa dan maksimal 545 MPa, sedangkan kuat tarik minimal 525 MPa.

**Perhitungan Biaya**

Perhitungan biaya pada proyek pembangunan Menara Jakarta Kemayoran ini dilakukan pada struktur yang menggunakan sambungan *mechanical coupler* dan sambungan tulangan konvensional. Berikut ini adalah tabel perhitungan biaya tersebut.

**Tabel 4.Perhitungan Biaya Sambungan *Mechanical Coupler***

Material Coupler	Satuan	Volume	Harga Satuan	Total harga biaya sambungan	Upah Pasang (IDR)	Total harga upah pasang
Coupler System (D22)	pcs	48	31.000	1.488.000	16.000	768.000

Material Coupler	Satuan	Volume	Harga Satuan	Total harga biaya sambungan	Upah Pasang (IDR)	Total harga upah pasang
Coupler System (D25)	Pcs	468	36.000	16.766.000	16.000	7.456.000
Coupler System (D32)	Pcs	1218	70.000	85.260.000	22.000	26.796.000
Akomodasi & Pengiriman	ls	1	1.280.000	1.280.000	-	-
Tensile Test	ls	1	<i>Include</i>	<i>Include</i>	-	-
Supervisi	ls	1	<i>include</i>	<i>include</i>	-	-
<b>TOTAL HARGA</b>						<b>139.824.000</b>

Sumber : Hasil pengolahan data 2022

Hasil perhitungan biaya sambungan *mechanical coupler* yang disajikan pada Tabel 4 diatas dengan volume pekerjaan *coupler* diameter 22 sebanyak 48 titik, diameter 25 sebanyak 466 titik, diameter 32 sebanyak 1218 titik, kemudian dikalikan dengan harga satuan *coupler* ditambah biaya akomodasi dan pengiriman menunjukkan total biaya yang dikeluarkan adalah sebesar Rp. 139.824.000,00. Hasil perhitungan biaya sambungan konvensional pada proyek ini dihitung berdasarkan ketentuan dilapangan dengan landasan gambar kerja, perhitungan *overlapping* pada sambungan besi tulangan menggunakan rumus 50D dan perhitungan berat besi pada *overlapping* mengacu pada standar SNI-2052-2017.

Dari rumus dan ketentuan tersebut maka dapat dihitung panjang besi pada sambungan dan berat besi sambungan tersebut. Pada besi diameter 22 mm didapat panjang besi *overlapping* adalah  $22 \times 50 / 1000 = 1,10$  meter, besi diameter 25 mm adalah  $25 \times 50 / 1000 = 1,25$  meter, besi diameter 32 mm adalah  $32 \times 50 / 1000 = 1,60$  meter. Kemudian perhitungan berat besi sambungan pada setiap titik sesuai ketentuan SNI didapat pada besi diameter 22 mm adalah  $1,10 \times 2,98 = 3,28$  kg/titik, besi diameter 25 mm adalah  $1,25 \times 3,85 = 4,82$  kg/titik, besi diameter 32 mm adalah  $1,60 \times 6,31 = 10,10$  kg/titik.

Dari hasil perhitungan tersebut kemudian setiap besi tulangan dikalikan dengan jumlah titik sambungan yang diganti dengan *mechanical coupler* sehingga didapat hasil keseluruhan pada besi diameter 22 mm adalah  $3,28 \times 48$  titik = 157,56 kg, besi diameter 25 mm adalah  $4,82 \times 466$  titik = 2.24,37 kg, besi diameter 32 mm adalah  $10,10 \times 1.218$  titik = 12.302,77 kg. Perhitungan diatas adalah hasil keseluruhan volume pekerjaan besi sambungan konvensional, selanjutnya perhitungan total biaya tersebut disajikan pada Tabel 5 dibawah ini.

**Tabel 5. Perhitungan Biaya Sambungan Konvensional**

Material Coupler	Satuan	Volume	Harga Satuan	Total harga biaya sambungan
Tulangan utama D22	kg	157,56	11.000	1.733.107

Material Coupler	Satuan	Volume	Harga Satuan	Total harga biaya sambungan
Tulangan utama D25	kg	2.244,37	11.000	24.688.098
Tulangan utama D32	kg	1218	11.000	135.330.518
Fabrikasi & Perakitan	kg	14.704,70	2.000	29.409.404
<b>TOTAL HARGA</b>				<b>191.161.127</b>

Sumber : Hasil pengolahan data 2022

Hasil perhitungan biaya sambungan konvensional yang disajikan pada tabel 5 diatas dengan volume pekerjaan besi diameter 22 sebanyak 157,56 kg, diameter 25 sebanyak 2.244,37 kg, diameter 32 sebanyak 12.302,77 kg, hasil tersebut adalah perkalian antara jumlah sambungan dikali panjang *overlapping* per titik dikali berat besi per titik (SNI-2052-2017), kemudian ditambahkan biaya fabrikasi dan perakitan maka total biaya yang dikeluarkan adalah sebesar Rp. 191.161.127,00.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dan pembahasan pada bab sebelumnya maka dapat diambil kesimpulan yaitu sebagai berikut :

1. Pengujian kuat tarik tulangan beton menggunakan sambungan *mechanical coupler* menunjukkan hasil berturut-turut 621,04 MPa, 624,86 MPa, 625,41 MPa, hasil tersebut melebihi batas minimal yang telah ditentukan dalam SNI-2052-2017 yaitu 525 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sambungan *mechanical coupler* telah memenuhi persyaratan.
2. Perhitungan biaya sambungan dengan metode *mechanical coupler* membutuhkan biaya total Rp. 139.824.000,- sedangkan biaya dengan menggunakan sambungan konvensional sebesar Rp. 191.161.127,-. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sambungan besi tulangan beton menggunakan metode *mechanical coupler* lebih murah dibandingkan dengan metode konvensional. Selisih total biaya pekerjaan dengan metode *mechanical coupler* dibandingkan pekerjaan dengan metode konvensional adalah 37% lebih murah

Penelitian ini dapat digunakan sebagai sumber referensi untuk proyek yang serupa yang menggunakan mekanikal coupler. Analisis berbagai jenis kopel mekanis dan waktu pelaksanaan dapat digunakan untuk pengembangan penelitian lebih lanjut yang akan memberikan gambaran bagi desainer dan kontraktor dalam.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arifianto, Sony, 2017, "Pengaruh Kuat Sambungan Baja Tulangan Dengan Menggunakan Sambungan Mekanis Ditinjau Dari Perilaku Balok Beton Bertulang", Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
- Aurick, Kevin, Dkk, 2018, "Studi Perbandingan Sambungan Tulangan Kolom Dengan Metode *Lap Splice* Dan Metode *Mechanical Splice* Pada Proyek Indonesia 1", Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tarumanegara, Jakarta.

- Budi, Gatot Setya, 2011, "Penguujian Kuat Tarik Dan Modulus Elastisitas Tulangan Baja (Kajian Terhadap Tulangan Baja Dengan Sudut Bengkok 45°, 90°, 135°)", Program Studi Teknik Sipil, Universitas Tanjungpura, Kalimantan Barat.
- Dharma Saputra, Pungky, 2020, "Analisis Perbandingan Kualitas Dan Biaya Penggunaan *Mechanical Coupler* Pada Konstruksi Pier Proyek MRT Jakarta CP 103", Fakultas Teknik Militer, Program Studi Teknik Konstruksi Bangunan Militer, Fakultas Teknik, Universitas Pertahanan Bogor.
- Dipohusodo, I. 1996, "Manajemen Proyek Konstruksi", Penerbit Kanisius, Jakarta.
- Handoko, T. H. 1999, "Manajemen Personalia dan Sumber Daya Manusia", Penerbit BPFE, Yogyakarta.
- Husen, Abrar. 2009, "Manajemen Proyek", Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Pastiarsa, Made. 2015, "Manajemen Proyek Konstruksi Bangunan Industri: Perspektif Pemilik Proyek", Penerbit Teknosain, Yogyakarta.
- Phillippi, Donald J. Dkk, 2013, "*Use Of Mechanical Coupler In Concrete Columns*", Kansas State University, Manhattan.
- SNI 2052-2017, 2017, "Baja Tulangan Beton", Badan Standardisasi Nasional, Jakarta. 19 hlm.
- SNI 8389-2017, 2017, "Cara Uji Tarik Logam", Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, 35 hlm.
- SNI 07-2529-1991, 1991, "Metode Pengujian Kuat Tarik Baja Beton". Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, 5 hlm.
- SNI 03-2847-2002, 2022, "Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung". Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, 292 hlm.
- SNI 03-4151-1996, 1996, "Metode Pengujian Kuat Lentur Beton Dengan Balok Uji Sederhana Yang Dibebani Terpusat Langsung". Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, 12 hlm.
- Soeharto, Iman. 1999, "Manajemen Konstruksi dari Konseptual Hingga Operasional", Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sugiyanto. 2020, "Manajemen Pengendalian Proyek: Perubahan Paradigma dalam Menghadapi Belenggu Tugas Akhir", Penerbit Scopindo Media Pustaka, Surabaya.