

Analysis of Reinforcement Connections in Columns with the Coupler Method in terms of Cost, Quality and Project Time the Stature

Achmad Murtadho^{1*}, Kasimir Sawito², Abdul Mubarok³, Edison Hatoguan Manurung⁴, Sarjono Puro⁵

^{1,2,3,4}Fakultas Teknik, Universitas Mpu Tantular

⁵Teknik Sipil, Universitas Bung Karno

Corresponding Author: Nama penulis murtadhoachmad1@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords: Coupler Connection, Lap splice, Quality and Time

Received : 23 February

Revised : 26 March

Accepted: 28 April

©2023 Murtadho, Sawito, Mubarok, Manurung, Puro : This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRACT

In selecting the type of material and the method of carrying out installation work on structural steel joints in the world of construction, things that must be considered in terms of cost, quality and time, there are two alternatives in selecting the type of reinforcement connection in column work, namely: lap splice and coupler, lap splice connection is a method traditional way to connect the two reinforcement when the column erection is carried out. Mechanical connection or (Coupler) is the newest method to connect two reinforcement using a coupler. The mechanical connection or connection (Coupler) does not depend on the strength of the concrete in the column, so this connection is stronger than the lapsplice connection. Data collection was carried out using the direct observation method in the field, and calculations were made on the column reinforcement joints with a tensile test (Coupler) to obtain 59.28 kgf/mm² or 578.92 mpa. This refers to SNI-07-2052-2017 because in SNI the minimum limit for the tensile strength of reinforcing steel is 525 MPa. The calculation results show that reinforcement for 7 columns D32 with the Coupler method takes an average of 4221 minutes, or 9 days, 19 minutes/floor, and requires a total cost of 5449.50 minutes or 11 hours using the Lapsplice/overlap method. , 35 minutes/floor.

Analisa Sambungan Tulangan pada Kolom dengan Metode Coupler dari Segi Biaya, Mutu dan Waktu Proyek the Stature

Achmad Murtadho^{1*}, Kasimir Sawito², Abdul Mubarak³, Edison Hatoguan Manurung⁴, Sarjono Puro⁵

^{1,2,3,4}Fakultas Teknik, Universitas Mpu Tantular

⁵Teknik Sipil, Universitas Bung Karno

Corresponding Author: Nama penulis murtadhoachmad1@gmail.com

ARTICLE INFO

Kata Kunci: Sambungan Coupler, Lap splice, Mutu dan Waktu

Received : 23 Februari

Revised : 26 Maret

Accepted: 28 April

©2023 Murtadho, Sawito, Mubarak, Manurung, Puro :

This is an open-access article distributed under the terms of the [Creative Commons Atribusi 4.0 Internasional](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



ABSTRAK

Dalam pemilihan jenis material dan metode pelaksanaan pekerjaan pemasangan pada sambungan besi struktur dalam dunia konstruksi hal yang harus diperhatikan dari segi biaya, mutu dan waktu, ada dua alternatif dalam pemilihan jenis sambungan tulangan pada pekerjaan kolom yaitu : lapsplice dan Coupler, sambungan Lap splice adalah metode tradisional untuk menyambungkan kedua tulangan pada saat dilakukan erection kolom. Sambungan mekanik atau (Coupler) adalah metode terbaru untuk menghubungkan dua tulangan dengan menggunakan coupler. Sambungan mekanik atau sambungan (Coupler) tidak bergantung pada kekuatan beton pada kolom, sehingga sambungan ini lebih kuat dari sambungan lapsplice. Pengumpulan data dilakukan dengan Metode observasi langsung dilapangan, dan dilakukan perhitungan pada sambungan tulangan kolom dengan uji tarik (Coupler) didapat 59.28 kgf/mm² atau 578.92 mpa. Hal tersebut mengacu pada SNI-07-2052-2017 karena pada SNI batas minimum untuk kekuatan tarik baja tulangan yaitu sebesar 525 Mpa. Dari hasil perhitungan menunjukkan bahwa tulangan untuk 7 kolom D32 dengan metode Coupler dibutuhkan rata-rata sebesar 4221 Menit, atau 9 hari, 19 menit/lantai, dan membutuhkan total biaya sebesar sedangkan menggunakan metode Lapsplice/overlap dibutuhkan rata-rata 5449.50 Menit atau 11 jam, 35 menit/lantai.

PENDAHULUAN

Pada proyek konstruksi khususnya bangunan tinggi atau *High Rise Building* lebih cenderung memilih alternatif dari berbagai jenis material dan metode pelaksanaan konstruksi di Indonesia, hal ini dapat dilihat dari perkembangan teknologi dalam dunia industri jika dibandingkan dari tahun-tahun sebelumnya. Karena dalam pemilihan material sangat penting dalam pelaksanaan proyek dilapangan dan dapat memberikan hasil yang maksimal. Dengan adanya kemajuan teknologi ini memungkinkan manager proyek untuk memilih metode pelaksanaan yang tepat dan memudahkan dalam pelaksanaan dilapangan juga penghematan terhadap waktu dan biaya. Untuk mencapai hal ini, dengan mengganti metode konvensional dengan yang lebih moderen. Hal ini munculnya inovasi sistem sambungan besi untuk lebih efisien dengan menggunakan metode *coupler* sebagai pilihan alternatif, yang digunakan pada proyek *The Stature*.

Pembangunan Proyek *The Stature* Jakarta berlokasi di Kebon Sirih Menteng Jakarta Pusat. Terdiri dari 3 Tower yaitu *Service Apartement, Residence Apartement dan Office Tower*. Lokasi yang sangat strategis karena berada dipusat kota Jakarta. Kontraktor pelaksanaan dikerjakan oleh PT. ACET-WhuHap Joint Operation merupakan kontraktor utama yang berperan sebagai pelaksana proyek. Dan diawasi oleh PT. Nusa Pratama Dwikarisma sebagai Management Konstruksi dan Pemilik Proyek adalah PT. Surya Rya Capital.

Dalam pelaksanaan pembangunan proyek *The stature* ini menggunakan metode *Top-down construction*, dan memiliki lantai basement sebanyak 3 dimana dikerjakan pertama adalah lantai basement 1 dan seterusnya, pertimbangan menggunakan metode *coupler* pada sambungan kolom tidak lepas dari berbagai permasalahan dilapangan dengan mencakup jika penggunaan *lap splice/overlap* tulangan yang cukup padat sangat menyulitkan pada proses pengecoran, *waste besi* juga dapat ditekan karena tidak ada sambungan lewatan, dan untuk actual lapangan pada *lapsplice/overlap*, terkandung melebihi standar dari shopdrawing, dan metode kerja. Kondisi ini menjadi salah satu alasan untuk menggunakan metode implementasi koneksi saat ini, *Coupler* pada kolom dapat menghemat biaya, dan mengurangi waste besi, waktu dan mutu.

TINJAUAN PUSTAKA

Pengertian Proyek

Menurut (Santosa 2008), Tujuan dari proyek ini adalah untuk mencapai tujuan yang telah ditentukan sebelumnya dalam waktu yang diberikan. Menurut PMBOK (2004), setiap proyek memiliki jalur kritis yang melintasinya, khususnya: Sebaliknya, "Sementara" berarti bahwa setiap proyek memiliki garis waktu yang jelas kapan akan dimulai dan berakhir. Proyek apa pun dapat diselesaikan jika tujuannya telah tercapai atau jika belum diperlukan.

Manajemen Proyek

Menurut (Ervianto, 2009), manajemen proyek mencakup semua perencanaan, penjadwalan, dan manajemen waktu dari awal (gagasan) hingga

akhir proyek untuk memastikan pelaksanaan, pembayaran, dan kualitas yang tepat.

Menurut (Ervianto, 2009), berikut adalah empat faktor triple constraint yang saling terkait satu sama lain:

1. Biaya (Cost)
2. Waktu (Time)
3. Mutu (Quality)

Jadwal Pelaksanaan Proyek

Biasanya, proyek perlu direncanakan atau diberi jadwal. Dalam hal ini, jadwal konstruksi adalah cara untuk menentukan berapa lama waktu yang diperlukan untuk menindaklanjuti pekerjaan tersebut melibatkan penggunaan alat dan bahan, juga dikenal sebagai tenaga kerja, material, dan perlengkapan selama proses konstruksi.

1. Penjadwalan Metode Jaringan Kerja

Hubungan jaringan merupakan pengaturan logis antar kegiatan, hubungan bersama antara pendanaan dan waktu penyelesaian pekerjaan proyek, serta berguna dalam perencanaan urutan kegiatan yang saling terkait dengan waktu penyelesaian proyek yang dibutuhkan (Dipahusudo 1996).

2. Faktor Perencanaan untuk Penyusunan Jadwal Pelaksanaan Proyek

- a. Perencanaan proyek pembangunan harus dilaksanakan secara cermat dan efisien untuk mencegah terjadinya keterlambatan proyek dan keterlambatan lainnya.
- b. Kemampuan untuk memperkirakan berapa banyak waktu yang diperlukan untuk mengumpulkan material sehari-hari (seperti orang, benda, dan material) selama proyek konstruksi.
- c. Tahap Prosedur perencanaan untuk pekerjaan konstruksi yang berurutan, seperti urutan item pekerjaan yang sistematis dari tahap awal hingga tahap akhir yang bersifat detensi dan logistik sesuai dengan kondisi serta perencanaan lokasi sumber hari

3. Jenis Jadwal Pelaksanaan Proyek

- a. Jadwal tertentu seperti Jadwal Harian, Mingguan, dan Bulanan.
- b. Bar Chart/Gantt Chart
- c. Diagram Pert (Program evaluation and Review Technique)
- d. Kurva S

Kualitas atau Mutu

- Uji tarik

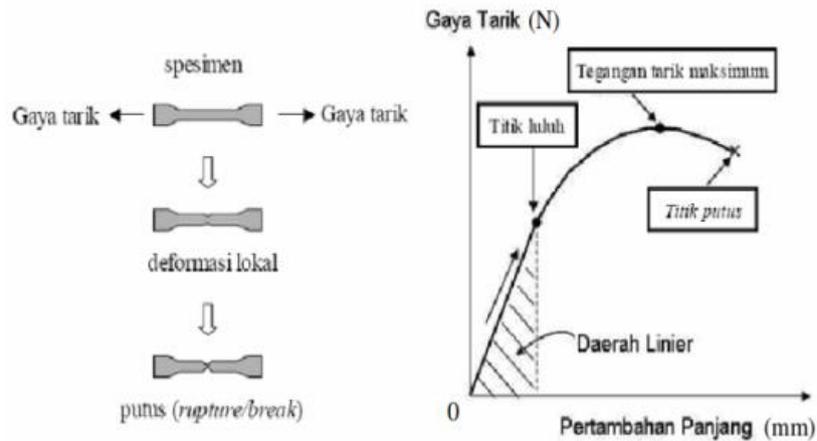
Uji tarik baja adalah penerapan baja atau terganggan tarik pada bahan tertentu dengan kaliber besar untuk memahami atau mendeteksi tuan-tuan dari bahan yang bersangkutan. Tegangan yang digunakan adalah tegangan eksterior kontemporer atau perpanjang satu sumbu benda uji. Untuk menentukan tingkat tarik dilakukan uji tarik dengan teknik yang menyebabkan bahan dasar

(panjang) terus menerus bergerak menuju keadaan yang lebih stabil sampai putus.

Jenis tegangan yang dapat diturunkan dari teori kurva tegangan adalah yang berkembang secara proporsional dari tarik pengujian.

- Regangan teknis

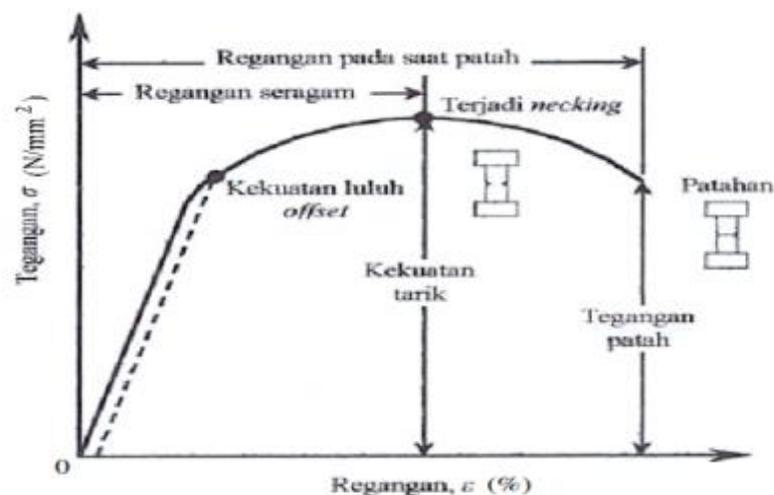
Regangan yang tersedia adalah regangan rata-rata linier yang dihasilkan dengan metode penyimpanan panjang (gagelength) benda uji dengan panjang awal.



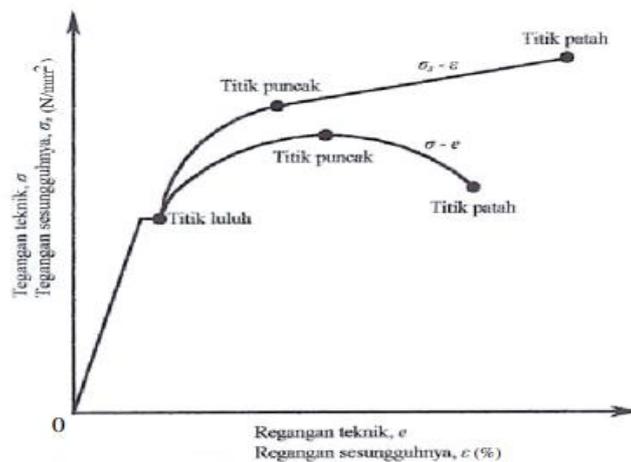
Gambar 1. Kurva Singkat Uji Tarik
(Sumber: fhinunikoe.blogspot.com)

- Tegangan Regangan Sejati

Tegangan-regangan teknis tidak memberikan indikasi yang jelas mengenai karakteristik deformasi karena seluruh kurva didasarkan pada dimensi tikungan pertama pada uji, sedangkan perubahan dimensi terjadi pada saat pengujian.



Gambar 2. Kurva tegangan regangan teknis
(Sumber: fhinunikoe.blogspot.com)



Gambar 3. Kurva tegangan regangan teknis
(Sumber: fhinunikoe.blogspot.com)

- **Kekuatan Tarik**

Istilah "kekuatan tarik ultimat" mengacu pada angka yang sering digunakan untuk menggambarkan hasil uji tarik tetapi, pada kenyataannya, agak menyesatkan mengingat hubungan antara istilah dan materi yang diuji. Kekuatan tarik untuk logam ulet harus ditentukan dengan beban maksimum yang dapat dicapai oleh logam di atas beban gandar hingga batas yang sangat terbatas.

Baja Tulangan

Beton adalah material yang relatif padat terhadap tarik tetapi relatif ringan terhadap tarik, dengan kerapatan tarik bervariasi antara 18 dan 14 persen dari kerapatan tekan (Edward, 2001).

Berdasarkan desainnya, balok beton hadir dalam dua jenis yang berbeda: balok beton dengan polos dan balok beton dengan sirip. (Badan Standarisasi Nasional, 2014)

Jenis Besi Tulangan

- a. Baja tulangan beton polos (BjTP)

Baja tulangan beton dengan permukaan bulat datar yang tidak bersirip atau berulir disebut baja tulangan polos (SNI 2051:2017)

- b. Baja tulangan sirip/Ulir

Istilah "baja tulangan beton sirip/sekrup" mengacu pada jenis beton yang dalam keadaan normal memiliki sirip/sekrup yang melintang dan membujur dan digunakan untuk meningkatkan daya rekat dan menahan gerakan memanjang dari pangkal relatif terhadap beton. (SNI 2052:2017).

Rencana Anggaran Biaya

Rencana Biaya Pelaksanaan Proyek Konstruksi (RBP) adalah satu-satunya dokumen lengkap yang diperlukan untuk setiap perencanaan proyek, isi dokumen dalam Rencana Biaya Pelaksanaan Proyek (RBP). Konstruksi harus mencakup antara lain: Pendapatan, yang terdiri dari:

a. RAB yang sudah dikurangi PPN 10%. Biaya Di Pekerjaan (BDP).

Pengendalian Biaya Bertujuan dalam Proyek Konstruksi (Pilcher, 1992) yaitu;

1. Memberikan peringatan dini atas pelaksanaan setiap pekerjaan sesuai kesepakatan, jika terjadi hal-hal yang tidak praktis atau biaya yang di luar/melebihi anggaran.
2. Memberikan masukan kepada penilai yang bertanggung jawab atas penawaran harga tender, baik saat ini maupun pada tender yang akan datang sehingga dapat memberikan harga yang lebih realistis.
3. Berikan nilai varian data yang terjadi selama proyek berlangsung.

Kolom

Kolom (Colum), elemen yang digunakan sebagian besar untuk mendukung beban tekan aksial dan memiliki rasio dimensi tinggi-ke-lateral terkecil di atas 3 Rata-rata dimensi sisi atas dan bawah dari sisi yang lebih kecil adalah dimensi lateral terkecil untuk struktur komponen dengan perubahan dimensi lateral (SNI 2847:2013)

Metode Pekerjaan Pembesian Kolom

Ada beberapa tahapan dalam menyelesaikan pekerjaan mendesak, antara lain:

- a. Pengadaan material baja tulangan
- b. Penyimpanan bahan baja tulangan
- c. Fabrikasi
- d. Menempatkan tulangan baja dalam komponen struktural
- e. Pengecekan tulangan

Pengertian Coupler

Coupler atau yang disebut dengan sambungan mekanis pada SNI 2847:2013, memiliki beberapa kelebihan dibandingkan dengan sistem sambungan manual (overlapping 40D), seperti:

1. Pemakaian besi yang lebih sedikit, sejalan dengan program green construction. Dengan tidak adanya overlap (lawatan) dan pemotongan yang lebih fleksibel yang dapat mengurangi limbah/memo, akan mengurangi pemakaian besi sampai dengan 30%.
2. Kekuatan struktur yang lebih terjamin.
Pengetesan, luasan sambungan yang lebih kecil, menyebarkan beban tertumpu dan lain-lain, memberikan kekuatan struktur yang lebih terjamin.
3. Percepatan kemajuan pekerjaan
Lebih mendukung untuk melakukan teknik-teknik konstruksi modern seperti metode jump-form, metode top down, dan metode lainnya.

Tipe Coupler

Jenis coupler yang digunakan di proyek The Stature Jakarta:

a. *Threaded Coupler*

Dengan sistem threading umumnya membungkus ujung batang sebelum memutar, menurunkan kapasitas beban dan mengurangi luas nominal batang. Kekuatan potongan benang dan gulungan dengan ukuran yang sama.

b. Tahapan untuk persiapan Sambungan (Coupler)

Mesin Threaded pada Gambar 2.4 Di batang penguat, ini digunakan untuk membuat benang. Itu dapat memproses tulangan dengan diameter 13 hingga 32 mm yang terbuat dari Fy 420 dan Fy 520.

c. Mechanical Threaded Coupler

Coupler diproduksi pada Mechanical Threaded Coupler, Mesin dapat bekerja dan memutar benda kerja pada sumbunya untuk melakukan berbagai tugas seperti memotong, mengampelas, pengeringan, pengeboran, atau deformasi dengan alat yang diterapkan pada benda kerja untuk membuat benda-benda yang simetris terhadap sumbu rotasi.

Sebagian besar Coupler terbuat dari baja ringan, namun beberapa kasus lain juga panduan logam juga digunakan. Coupler harus terbuat dari bahan yang memiliki kekuatan luluh minimal 125% untuk tulanga.

Diameter Coupler (mm)	Diameter Eksternal (mm)	Diameter Internal (mm)	Panjang (mm)	Pitch (mm)
16	19.32	14.5	40.8	1.5
20	31.00	18.7	50.0	1.9
25	37.30	23.0	60.9	2.0
40	59.00	37.8	91.0	2.2

Table 1. Spesifikasi dari Coupler (Sumber: Dokument Contriol Proyek the Stature)

Kualitas Coupler

Mangers/Engineer Mutu harus memeriksa dimensi coupler (seperti yang diberikan oleh G.tech) dan juga mendapatkan sampel spliced yang diuji, untuk uji tarik sesuai ACI-318 & BS8110, pada interval 10.000 setiap coupler dikeluarkan dari toko. Sedangkan pengujian kekuatan tarik dari rebar spliced yang sama rebar yang tidak digunakan juga harus diuji untuk kekuatan tariknya. Setiap coupler harus memiliki diameter, Merk & batch menekannya. Setiap pasokan akan memiliki MTC terlampir dan uji materi fisik harus sesuai dengan MTC.

Instalasi Coupler (Pengetatan dan Pengetesan)

Langkah 1:

Coupler akan diperiksa oleh pihak supplier dan diverifikasi oleh QA / QC. Untuk pemeriksaan pertama, pengecekan visual yang dibutuhkan untuk memastikan pengetatan telah dilakukan sesuai spesifikasi yang diberikan

toleransi sampai 1 jelas dan harus diperiksa lagi ke langkah ke-2 setelah pengetatan penuh.

Langkah 2:

Suplayer akan memeriksa pengetatan semua sambungan, jika ada sambungan coupler yang akan diminta meminta verifikasi.

Pengertian Lap Splice

Lap Splice adalah panjang minimum yang diperlukan untuk tulangan yang disambung dengan tumpang tindih untuk memastikan transfer kekuatan penuh ke tulangan yang terpasang. Sambungan pangkuan menghubungkan tulangan dengan overlapping, yaitu dengan panjang pangkuan tulangan pada sambungan.

Jenis-jenis Smbungan

Adapun hal-hal yang berkaitan sebagai berikut :

- Lap splices memiliki kekuatan dari interaksi dengan beton
- Semakin tinggi ketegangan maka semakin lama pengakuan yang dibutuhkan
- Semakin besar diameter besi maka semakin lama pengakuan
- Semakin rendah kekuatan berton, semakin lama pengakuan yang diperlukan
- Perluasan selang waktu, kemungkinan perhitungan kesalahan dan perkiraan yang berlebihan.

Sambungan Coupler (Mechanical Splice)

Adapun hal-hal yang berkaitan sebagai berikut :

- Kekuatan coupler tidak tergantung dari kualitas beton
- Lebih kuat dari lap splices
- Kekuatan lebih baik jika ada kerusakan yang di timbulkan oleh faktor seismik, fibrasi, dll
- Mengurangi dan meningkatkan efisiensi
- Mengurangi biaya material karena besi yang digunakan lebih sedikit

METODOLOGI

Persiapan

Dalam rapat perencanaan, hal-hal berikut harus dilakukan dengan tujuan efisiensi waktu dan penyelesaian tugas akhir; ini termasuk, antara lain:

- a. Survey lokasi untuk mendapatkan gambaran umum
- b. Shop drawing
- c. Time sechedule
- d. Data survey untuk titik As ke As oleh tim Survey
- e. Alat dan material
- f. Manpowe

Data Material Proyek

Dalam pelaksanaan pekerjaan pemasangan tulangan kolom, material dan alat yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang di gunakan untuk pekerjaan tulangan kolom dengan menggunakan metode coupler.

Berikut merupakan data material yang dipakai:

a. Tulangan Baja

Jenis tulangan : Ulir

Diameter : D32



Gambar 4. Baja tulangan ulir
(Sumber: Dokumen proyek *The stature*)

b. Tulangan Polos

Jenis tulangan : Baja Tulangan Polos

Diameter : D13



Gambar 5. Baja tulangan polos
(Sumber: Lapangan proyek *The stature*)

c. Kawat Bendrat sebagai pengikat diantara tulangan utama dan begel.

Mechanical splice/Coupler

Jenis coupler : Senai

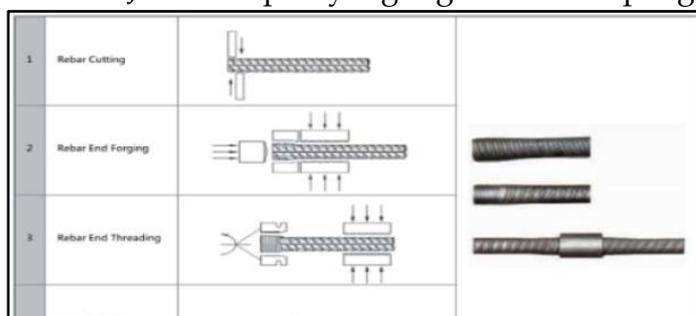
Diameter : D32

Mutu : $f_c' = 45 \text{ MPa}$

Prodeuksi : Etech & Fuiibok



Gambar 6. Jenis Coupler yang digunakan dilapangan



Gambar 7. Pabrikasi Coupler
(Sumber: Document control proyek *The stature*)



Gambar 8. Baja tulangan proses Threading (Pembuatan ulir)
(Sumber: Photo Lapangan proyek *The stature*)

- Alat yang digunakan dalam pekerjaan tulangan kolom
 - a. Threading mechanic
Threading digunakan sebagai alat pembuat ulir, yang terdapat pada pipa agar pada saat pemasangan tulangan dapat tulangan ulir di masukkan kedalam coupler.



Gambar 9. Proses Threading Ulir
(Sumber: Photo Lapangan proyek *The stature*)

- b. Bar Cutter/ alat pemotong besi



Gambar 10. Proses Pabrikasi pembesian
(Sumber: Photo Lapangan proyek *The stature*)

- c. Bar Bending / alat untuk membengkokkan besi



Gambar 11. Proses Pabrikasi pembesian
(Sumber: Photo Lapangan proyek *The stature*)

- a. Tower Croun

Alat yang berfungsi untuk memindahkan material dan alat dari tempat satu ketempat lainnya.



Gambar 12. Tower Crown

Pengumpulan Data

Data-data yang diperoleh pada penelitian ini menggunakan beberapa cara, yaitu sebagai berikut:

Data Primer

1. Observasi Lapangan/Data lapangan
Data observasi sangat membantu dalam memahami data tertulis dari tugas yang dilakukan dan memberikan informasi baru.
2. Wawancara Langsung
Pengumpulan data yang melibatkan responden yang terlibat dalam kolom pekerjaan, beserta data dari responden yang terlibat dalam pekerjaan proyek Kebon Sirih *The Stature*.

No.	Nama	Perusahaan	Devisi	Bagian
1	Ega	AWJO Kebon sirih	Engineering	Structure Manager
2	Shanti Kurnia	AWJO Kebon sirih	Administration	Qs & Cost Control Coordinator

Tabel 2. Data Responen Wawancara dilapangan

3. Data dari Quantity Surveyor (QS)
4. Data dari Quality Control (QC)
5. Shop drawing)/Gambar Kerja
6. Dokumentasi

Pada site plant, pada garis persegi warna merah merupakan area service apartement tower



Gambar 13. Pembesian Kolom dengan metode sambungan *Coupler*
(Sumber: Proyek *The Stature*)



Gambar 14. *Erection* tulangan kolom dengan menggunakan bantuan *tower crone* (Sumber: Proyek *The stature*)



Gambar 15. Pembesian Kolom dan plat lantai dengan metode *Lapsplince/overlap* (Sumber: Proyek *The Stature*)

A. Data Skunder

Data sekunder yang digunakan berupa jurnal-jurnal yang berkaitan dengan penelitian, bahan katalog, dan peraturan dari SNI. Berikut ini data sekunder yang digunakan:

1. Analisa harga satuan material dan upah pekerja yang dapat dari QS
 - a. Analisa Upah Kerja Harian dan Borongan yang di dapat dari QS
 - b. Analisa harga material
2. SNI 07-2052-2017 Tentang Standar Baja Tulangan Beton.
 - a. Kriteria Besi Tulangan
 - b. Diameter dan Toleransi Tulangan
3. Metode Kerja pada Tulangan Kolom dari Engineering sudah Approve dan di laksanakan dilapangan.
 - a. Pelaksanaan Pekerjaan Sambungan *Coupler*
 - b. Pelaksanaan Pekerjaan Sambungan Konvensional (Oerlapping)
4. Reques For Approval material proyek *The Stature* Jakarta.
5. Katalog material dari *coupler* dan yang digunakan dilapangan

HASIL PENELITIAN

Pembahasan Hasil

- Analisa Durasi kerja pada tulangan kolom menggunakan sambungan coupler.

Pada Lantai Basement 1 dengan Type AC4 Kolom 900/1200

Tabel 3. Analisa Durasi Tulangan Kolom D32 metode *Coupler* Hari ke-1

Hari Ke-1 Pemasangan Tulangan metode coupler				
No	Uraian Pekerjaan	Durasi	Satuan	Man
1	Pabrikasi Ulir dan (Begel + ties) Threading	3,00	Jam	3
2	Langsir material (Tower Crane)	0,35	Menit	2
3	Instal Tulangan utama	3,00	Jam	3
4	Instal Begel	2,15	Jam/menit	
5	Instal Ties	1,30	Jam/menit	
Total		9,80	Jam/menit	8,00

Tabel 4. Analisa Durasi Tulangan Kolom D32 dengan metode *Coupler* Hari ke-2

Hari Ke-2 Pemasangan Tulangan metode coupler				
No	Uraian Pekerjaan	Durasi	Satuan	Man
1	Pabrikasi Ulir dan (Begel + ties) Threading	3,15	Jam/menit	3
2	Langsir material (Tower Crane)	0,40	Menit	2
3	Instal Tulangan utama	3,15	Jam/menit	3
4	Instal Begel	2,15	Jam	
5	Instal Ties	1,45	Jam/menit	
Total		10,30	Jam/menit	8,00

Keterangan:

Hasil durasi perhitungan 2 kali, pada sambungan *coupler* diatas, diperoleh rata - rata sebagai berikut:

$$\text{Durasi rata-rata D32} = \frac{9,80 \text{ Menit} + 10,30 \text{ Menit}}{2} = 10,05 \text{ Menit}$$

Keterangan:

Dari perhitungan sambungan tulangan dengan metode *coupler* maka didapat rata-rata dalam 7 kolom dengan type yang sama diperoleh 8.79 atau 9 hari + 19 menit, dalam satu lantai.

- Analisa Durasi Kerja Sambungan Tulangan Kolom dengan menggunakan metode *Lapslice/overlap*

Tabel 5. Analisa Durasi Tulangan Kolom D32 Metode *lapslice/overlap* Hari 1

Hari Ke-2 Pemasangan Tulangan metode lapslice/overlap				
No	Uraian Pekerjaan	Durasi	Satuan	Man
1	Pabrikasi Ulir dan (Begel + ties) Threading	3,95	Jam/menit	3
2	Langsir material (Tower Crane)	1,00	Menit	2
3	Instal Tulangan utama	4,00	Jam	3
4	Instal Begel	2,90	Jam/menit	

Tabel 6. Analisa Durasi Tulangan Kolom D32 metode *lapsplice/overlap* Hari.2

Hari Ke-1 Pemasangan Tulangan metode <i>lapsplice/overlap</i>				
No	Uraian Pekerjaan	Durasi	Satuan	Man
1	Pabrikasi Ulir dan (Begel + ties) Threading	4,00	Jam	3
2	Langsir material (Tower Crane)	1,00	Menit	2
3	Instal Tulangan utama	4,00	Jam	3
4	Instal Begel	3,00	Jam	
5	Instal Ties	1,00	Jam/menit	
Total		13,00	Jam/menit	8,00

Hasil durasi perhitungan 2 kali, pada sambungan *lapsplice/overlap* diatas, diperoleh rata-rata sebagai berikut:

$$\text{Durasi rata-rata D32} = \frac{13,00 \text{ Menit} + 12,95 \text{ Menit}}{2} = 12,975 \text{ Menit}$$

Keterangan:

Dari perhitungan sambungan tulangan dengan metode *coupler* maka didapat rata-rata dalam 7 kolom dengan type yang sama diperoleh 11.35 atau 11 hari, 35 menit kerja dalam satu lantai.

Hasil Mutu/Quality

A. Hasil Uji dan Tekuk Statis Baja Tulangan Beton

Dari hasil percobaan terlihat sangat baik sifat baja yang digunakan sebagai tumpuan pada uji penopang penampang misalnya, dimana uji elastisitas (Fu) baja traksi adalah 560 MPa dan tekanan luluh (Fy) adalah 430 MPa. .

Hasil Net Quality Income (NQI)

Berikut Net quality income dapat dilihat dari data analisis pada bab 3, perhitungan biaya dapat dihitung dengan 2 alternatif yaitu menggunakan upah borongan dan harian dimana terdapat perbandingan antara metode *coupler* dengan metode *lapsplice/overlap* pada tabel dibawah:

Tabel 7. Analisa Perhitungan Biaya metode *Coupler* (Upah Borongan)

No	Pekerjaan	Komponen	Sat	Vol	Harga Material /Upah	Total Harga
1	Kolom 900/1200 Lt. Basement 1					
		Bahan				
		Coupler D32	Pcs	40	Rp 54.000	Rp 2.160.000
		Upah				
		Instal Tulangan kolom	Pcs	40	Rp 17.500	Rp 700.000
	Pemasangan coupler untuk 1 kolom dengan Upah Borongan	<i>Upah pabrikasi + langsir</i>				
		Pabrikasi besi - 2 Tukang	Org	3,075	Rp 49.969	
		Pabrikasi besi - 1 Kenek	Org	3,075	Rp 40.359	
		Langsir material 1 tukang	Org	0,375	Rp 6.094	

Tabel 8. Analisa Perhitungan Biaya metode *Lapsplince/overlap* (Upah Borongan)

No	Pekerjaan	Komponen	Sat	Vol	Harga Material /Upah		Total Harga
2	Kolom 900/1200 Lt. Basement 1						
		<i>Bahan</i>					
		Coupler D32	Pcs	40	Rp	54.000 Rp	2.160.000
		<i>Upah Pabrikasi + Langsir</i>					
		Pabrikasi besi - 2 Tukang	Org	3,075	Rp	49.969 Rp	99.938
		Pabrikasi besi - 1 Kenek	Org	3,075	Rp	40.359 Rp	40.359
	Pemasangan coupler untuk 1 kolom dengan Upah Harian	Langsir material 1 tukang	Org	0,38	Rp	6.094 Rp	6.094
		Langsir material 1 kenek	Org	0,38	Rp	4.922 Rp	4.922
		<i>Upah Instal besi</i>					
		Tukang 2 org	Org	7	Rp	113.750 Rp	227.500
		Kenek 1 org	Org	7	Rp	91.875 Rp	91.875
		Total				Rp	2.630.688
	7 Kolom	Pemasangan sambungan coupler				Rp	18.414.813

-
-
- Pas. *Coupler* Rp. 2.860.000, x 7 Kolom = **Rp. 20.020.000**,
- Pas. *Lapsplince/overlap* Rp. 4.464.672, x 7 Kolom = **Rp. 31.252.706**,

Tabel 9. Analisa Perhitungan Biaya metode *Coupler* (Upah harian)

No	Pekerjaan	Komponen	Sat	Vol	Harga Material /Upah		Total Harga
1	Kolom 900/1200 Lt. Basement 1						
		Bahan					
		Tulangan utama D32	Kg	517,903	Rp	7.200 Rp	3.728.899
	Pemasangan sambungan	Kawat Bendrat	Kg	5	Rp	12.500 Rp	62.500
	Lap splice/overlap untuk 1 kolom dengan Upah borongan	<i>Upah</i>					
		Pabrikasi, Langsir, Instal	Org	517,903	Rp	1.300 Rp	673.273
		Pabrikasi besi - 2 Tukang	Org	3,975	Rp	64.594	
		Pabrikasi besi - 1 Kenek	Org	3,975	Rp	54.656	
		Langsir material 1 tukang	Org	1,00	Rp	16.250	
		Langsir material 1 kenek	Org	1,00	Rp	13.125	
		Total 1 Kolom				Rp	4.464.672
	7 Kolom	Pemasangan sambungan coupler				Rp	31.252.706

Tabel 10. Analisa Perhitungan Biaya metode *Lapsplince/overlap* (Upah Harian)

No	Pekerjaan	Komponen	Sat	Vol	Harga Material /Upah		Total Harga
2	Kolom 900/1200 Lt. Basement 1						
		<i>Bahan</i>					
		Tulangan utama D32	Kg	517,903	Rp	7.200 Rp	3.728.899
		Kawat Bendrat	Kg	5	Rp	12.500 Rp	62.500
		<i>Upah</i>					
		<i>Upah Pabrikasi + Langsir</i>					
	Pemasangan sambungan	Pabrikasi besi - 2 Tukang	Org	3,975	Rp	64.594 Rp	129.188
	Lap splice/overlap untuk 1	Pabrikasi besi - 1 Kenek	Org	3,975	Rp	54.656 Rp	54.656

- Pas. *Coupler* Rp.2.630.688, x 7 Kolom = **Rp. 18.414.813**,
- Pas. *Lapsplice/overlap* RP. 4.323.993, x 7 Kolom = **Rp . 30.267.949**,

Berdasarkan dari perhitungan yang telah dilakukan *deviasi* untuk 7 kolom dengan type yang sama dalam 1 lantai dapat dilihat sbb:

- Upah Borongan sebesar Rp. 11.232.706,/lantai, dan
- Upah Harian sebesar Rp.11.853.136,/lantai, Dimana penggunaan metode *coupler* lebih efisien dibandingkan dengan menggunakan metode *lapsplice/overlap*.

KESIMPULAN DAN REKOMENDASI

Kesimpulan

Dari hasil penelitian selama di proyek *The Stature* maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Pekerjaan pembesian dengan menggunakan metode *Coupler* lebih *efisien* dibandingkan dengan menggunakan metode *Lapsplice/overlap*, total biaya yang dibutuhkan untuk 7 kolom dalam per/lantai sebagai berikut:
 - a. Metode *coupler* sebesar Rp. 20.020.000,/lantai dengan Upah Borongan
 - b. Metode *Lapsplice/overlap* Rp . 31.252.706,/lantai dengan Upah Borongan
 - c. Metode *coupler* sebesar Rp. 18.414.813,/ lantai dengan Upah Harian
 - d. Metode *Lapsplice/overlap* Rp . 30.267.949 ,/lantai dengan Upah Harian didapat melebihi batas minimum dari SNI.
1. Dengan sambungan *Coupler waste besi* dapat ditekan karena tidak adanya sambungan lewatan yang diperlukan, sehingga besi yang pendekpun dapat digunakan.
2. Untuk tulangan besar sambungan dengan menggunakan metode *Coupler*, lebih Cost disisa pengecoran, pada metode *Coupler* jarang terjadi keropos pada sambungan instal besi.

Rekomendasi

1. Dalam pelaksanaan dilapangan perbandingan penggunaan sambungan dengan metode *Coupler* dengan sambungan metode *Lapsplice/overlap* dapat dievaluasi kembali baik dari segi waktu, biaya dan mutu agar pada saat pelaksanaan dilapangan dapat diperhitungkan keuntungan dan kerugian masing-masing pekerjaan, sehingga dapat menjadi pertimbangan untuk menentukan metode mana yang akan dipakai sesuai dengan kebutuhan dilapangan.
2. Penggunaan metode *Coupler* bisa jadi alternatif pada saat pekerjaan struktur kolom khususnya pada area *Basement* karena pada area tersebut tulangan sangat padat dan menggunakan metode *Top down* seperti yang sudah dikerjakan pada proyek *The Stature* Jakarta.

PENELITIAN LANJUTAN

Dalam penulisan artikel ini peneliti menyadari masih banyak kekurangan baik dari segi bahasa, penulisan, dan bentuk penyajian mengingat keterbatasan pengetahuan dan kemampuan dari peneliti sendiri. Oleh karena itu, untuk kesempurnaan artikel, peneliti mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak.

DAFTAR PUSTAKA

“Amar Mufhidin, Acep Hidayat, dan Syahroni Arifbudiman” Fakultas Teknik Marcu Buana “Analisis Tingkat Pengendalian Resiko Kerja Pada Proyek”.

“Analisa Penggunaan Besi Struktur dengan Metode Lap Splice dan Coupler Untuk Peningkatan Efisiensi”

Efisiensi Penggunaan Coupler Jenis Senai Pada Kolom Di Proyek The Statur

Jurnal Sain dan Teknologi Teknik Utama, Edisi Khusus, Mei 2019 “PENGARUH PENGGUNAAN METODE SAMBUNGAN PEMBESIAN COUPLER TERHADAP RENCANA BIAYA PELAKSANAAN”

“Robert Denti Jurusan Teknik Mesin Universitas Sam Ratulang” Permodelan Pengujian Tarik Untuk Menganalisis Sifat Mekanik Mater

Permodelan Pengujian Tarik Untuk Menganalisis Sifat Mekanik Material” Robert Denti Salindeho, Jan Soukota, Rudi Poeng”

Materi Perencanaan Pengendalian Proyek “Proyek Kontruksi” (Sentosa 2008 & PMBOK Guide 2004).

Materi “ Kerja Praktek” Activity On Arrow” Univ. MPU Tantular.

SNI 07-2052-2017 tentang Standar Baja Tulangan Beton.