

Perbandingan Biaya dan Waktu Pelaksanaan pada Lokasi Pembangunan LRT Jakarta Fase 1B Antara Metode Kerja Pemasangan *Rebar Joint Coupler* Prefabrikasi dengan Metode Kerja Pemasangan *Rebar* Tanpa *Joint Coupler* di Fabrikasi

Irwan Fikri, Moh. Azhar, Pio Ranap Tua Naibaho

Program Studi Magister Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil, Universitas Tama Jagakarsa Jakarta

ARTICLE INFO

Kata Kunci:

Sistem Pemasangan Rebar Menggunakan *Joint Coupler*, Efisiensi, Waktu dan Biaya.

***Correspondence email:**

jakartairwan@gmail.com;
Mohazhar62@gmail.com;
piorthnaibaho@gmail.com

Submitted: 03 Oktober 2025

Revised: 03 Februari 2026

Accepted: 04 Februari 2026

Published: 06 Februari 2026

ABSTRAK

Pertumbuhan penduduk dan aktivitas ekonomi yang tinggi di wilayah DKI Jakarta telah menyebabkan peningkatan volume kendaraan dan kemacetan lalu lintas yang signifikan. Kondisi tersebut menuntut tersedianya sistem transportasi massal yang efisien, aman, serta ramah lingkungan sebagai upaya mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap kendaraan pribadi. Salah satu proyek strategis nasional yang dirancang untuk menjawab tantangan tersebut adalah pembangunan Light Rail Transit (LRT) Jakarta Fase 1B. Dalam pelaksanaan konstruksi LRT, aspek efisiensi waktu dan biaya menjadi faktor krusial yang menentukan keberhasilan proyek. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan membandingkan efisiensi antara dua metode pemasangan tulangan baja (rebar), yaitu metode dengan sistem joint coupler prefabrikasi dan metode konvensional tanpa coupler. Penelitian menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan mengumpulkan data sekunder berupa Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP), laporan kemajuan proyek, serta observasi lapangan. Analisis dilakukan terhadap produktivitas tenaga kerja, biaya material, dan waktu pelaksanaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode pemasangan rebar dengan joint coupler prefabrikasi mampu menghemat material baja hingga 15–20%, mengurangi durasi pekerjaan sekitar 25–30%, serta menekan biaya tenaga kerja secara signifikan dibanding metode konvensional. Selain itu, sistem prefabrikasi memberikan kualitas hasil kerja yang lebih konsisten, meminimalkan risiko keterlambatan, dan meningkatkan keselamatan kerja. Berdasarkan hasil tersebut, disimpulkan bahwa penerapan metode joint coupler prefabrikasi lebih efektif dan efisien dalam aspek teknis maupun ekonomis untuk proyek pembangunan LRT Jakarta Fase 1B dan dapat direkomendasikan untuk proyek infrastruktur serupa di masa mendatang.

ABSTRACT

Keywords:

Rebar Installation System Using Joint Coupler, Efficiency, Time and Cost.

Population growth and high economic activity in the DKI Jakarta area have led to a significant increase in vehicle volume and traffic congestion. These conditions require an efficient, safe, and environmentally friendly mass transportation system in order to reduce the public's dependence on private vehicles. One of the national strategic projects designed to address this challenge is the construction of the Jakarta Light Rail Transit (LRT) Phase 1B. In the construction of the LRT, time and cost efficiency are crucial factors that determine the success of the project. This study aims to analyze and compare the efficiency of two methods of installing steel reinforcement (rebar), namely the prefabricated joint coupler system and the conventional method without couplers. The study uses a quantitative descriptive approach by collecting secondary data in the form of Unit Price Analysis (AHSP), project progress reports, and field observations. The analysis was conducted on labor productivity, material costs, and implementation time. The results showed that the rebar installation method with prefabricated joint couplers was able to save 15-20% of steel material, reduce the duration of work by around 25-30%, and significantly reduce labor costs compared to the conventional method. In addition, the prefabrication system provides more consistent work quality, minimizes the risk of delays, and improves work safety. Based on these results, it is concluded that the application of the prefabricated joint coupler method is more effective and efficient in both technical and economic aspects for the Jakarta LRT Phase 1B construction project and can be recommended for similar infrastructure projects in the future.

PENDAHULUAN

Pertumbuhan penduduk yang pesat di wilayah DKI Jakarta dan sekitarnya telah menyebabkan peningkatan kebutuhan akan sarana transportasi yang efisien, aman, dan ramah lingkungan. Kemacetan lalu lintas yang semakin parah, polusi udara yang tinggi, serta keterbatasan lahan di wilayah perkotaan menjadi tantangan serius dalam

penyelenggaraan mobilitas masyarakat sehari-hari (Saputra, 2020). Oleh karena itu, pemerintah pusat dan daerah terus berupaya menghadirkan moda transportasi massal yang mampu menjawab permasalahan tersebut secara berkelanjutan, salah satunya melalui pembangunan Light Rail Transit (LRT) Jakarta Fase 1B.

LRT Jakarta Fase 1B dirancang sebagai salah satu solusi strategis dalam sistem transportasi perkotaan yang terintegrasi. Keberadaan LRT Fase 1B diharapkan dapat mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap kendaraan pribadi, mempercepat waktu tempuh perjalanan, serta meningkatkan kualitas lingkungan kota. Proyek LRT Jakarta Fase 1B ini juga menjadi simbol transformasi infrastruktur modern Indonesia, baik dari sisi teknologi maupun efisiensi pelaksanaan konstruksinya (Kristiana et al., 2020).

Dalam implementasi pembangunan LRT Jakarta Fase 1B, efisiensi biaya dan waktu pelaksanaan menjadi indikator utama keberhasilan proyek. Salah satu komponen penting dalam proses konstruksi struktur LRT Jakarta Fase 1B adalah pemasangan tulangan (rebar) beton bertulang yang berfungsi sebagai elemen utama dalam kekuatan struktur. Metode pemasangan tulangan dapat dilakukan secara konvensional (di lokasi proyek) maupun dengan sistem prefabrikasi di luar lokasi (off-site fabrication), yang kemudian dikirim dan dipasang di lapangan (Risdiyanti, 2018).

Penggunaan metode *rebar joint coupler* prefabrikasi menjanjikan kecepatan dalam pemasangan, peningkatan kualitas hasil kerja karena lebih terkontrol, serta potensi efisiensi tenaga kerja di lapangan. Namun, di sisi lain, metode ini dapat menimbulkan biaya tambahan untuk proses pengangkutan, penanganan khusus, serta risiko kerusakan saat mobilisasi. Sebaliknya, pemasangan *rebar tanpa joint coupler* prefabrikasi (konvensional) memungkinkan fleksibilitas di lapangan, namun berpotensi lebih lama dari sisi waktu pelaksanaan serta memiliki risiko ketidaksesuaian mutu akibat kondisi kerja di lapangan yang bervariasi (Amalia et al., 2023).

Melihat pentingnya efektivitas waktu dan efisiensi biaya dalam proyek LRT Jakarta Fase 1B, maka penelitian ini dilakukan untuk menganalisis dan membandingkan antara dua metode pemasangan tulangan baja, yaitu metode *rebar* dengan *joint coupler* prefabrikasi dan metode *rebar* tanpa *joint coupler* prefabrikasi, berdasarkan studi kasus pembangunan LRT Jakarta Fase 1B. Hasil analisis ini diharapkan dapat memberikan kontribusi terhadap pemilihan metode kerja yang paling optimal dalam pelaksanaan proyek infrastruktur transportasi massal di kawasan perkotaan padat seperti Jakarta.

METODE

Rancangan Penelitian

Tahapan penelitian ini dimulai dari tinjauan pustaka yang memuat kajian teoretis mengenai metode pemasangan tulangan beton menggunakan joint coupler maupun tanpa coupler pada proyek infrastruktur transportasi, termasuk hasil-hasil studi terdahulu yang relevan. Setelah itu dilakukan pengumpulan data sekunder, meliputi Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) pada pekerjaan pier prefabrikasi dan pier konvensional, serta dokumen pendukung dari proyek LRT Jakarta Fase 1B. Data tersebut kemudian diolah melalui pengolahan data sekunder untuk masing-masing metode, yang mencakup perhitungan volume dan bobot pekerjaan, estimasi biaya, kebutuhan sumber daya, serta durasi pelaksanaan. Selanjutnya dilakukan analisis perbandingan antara metode prefabrikasi dan konvensional dengan meninjau efisiensi biaya, waktu, dan produktivitas tenaga kerja. Hasil analisis digunakan untuk menarik kesimpulan dan memberikan rekomendasi mengenai metode kerja yang paling efektif dan efisien dalam pembangunan struktur pier LRT Jakarta Fase 1B.

Subjek Penelitian

Subjek dalam penelitian ini adalah pekerjaan pemasangan tulangan besi beton (*rebar*) pada struktur pier atau kolom jembatan layang (elevated track) pada proyek Light Rail Transit (LRT) Jakarta Fase 1B. Proyek LRT Jakarta Fase 1B merupakan salah satu infrastruktur strategis yang dibangun untuk mengatasi permasalahan kemacetan di wilayah ibu kota dan sekitarnya, serta mendukung sistem transportasi massal yang ramah lingkungan dan efisien. Pekerjaan pemasangan tulangan *rebar* merupakan salah satu bagian penting dalam tahapan pembangunan struktur pier sebagai elemen utama penopang jalur layang LRT Jakarta Fase 1B.

Penelitian ini membandingkan dua metode pemasangan besi tulangan pada pekerjaan struktur pier, yaitu metode konvensional (on-site) dan prefabrikasi (off-site), ditinjau dari segi efisiensi biaya dan waktu pelaksanaan. Metode konvensional umum digunakan karena fleksibilitasnya, namun memiliki kelemahan seperti ketergantungan cuaca dan variabilitas produktivitas. Sebaliknya, prefabrikasi menawarkan kualitas yang lebih konsisten, waktu pelaksanaan yang lebih cepat, serta keselamatan kerja yang lebih tinggi.

Penelitian dilakukan pada proyek LRT Jakarta Fase 1B, dengan data dari laporan proyek, AHSP, dan wawancara dengan kontraktor. Selain aspek biaya dan waktu, penelitian juga mempertimbangkan produktivitas tenaga kerja, efektivitas logistik, risiko keterlambatan, dan kualitas hasil kerja. Tujuan penelitian ini adalah memberikan rekomendasi teknis yang aplikatif untuk proyek infrastruktur serupa di masa depan, melalui analisa yang komprehensif dan sesuai standar teknis konstruksi.

Metode Analisa Penelitian

Metode analisis dalam penelitian ini digunakan untuk mengevaluasi hasil perbandingan antara dua metode pelaksanaan pekerjaan. Hasil dari analisis tersebut diharapkan menjadi bahan acuan dan pertimbangan dalam pelaksanaan proyek serupa di masa mendatang.

Langkah-langkah dalam perencanaan tipe konstruksi meliputi:

- Pada tahap awal dilakukan pengumpulan data, baik berupa data sekunder yang diperoleh dari pihak pemilik proyek maupun data primer yang dikumpulkan melalui observasi langsung di lapangan,
- Data hasil uji tanah pada lokasi studi yang dilakukan oleh lembaga independen,
- Data kebutuhan pengguna infrastruktur yang disesuaikan dengan kriteria desain dari pihak pemilik proyek,
- Analisis perhitungan struktur menggunakan perangkat lunak MIDAS Civil dan beberapa software pendukung lainnya yang mengacu pada regulasi teknis yang berlaku,
- Estimasi biaya pelaksanaan untuk masing-masing metode konstruksi,
- Perhitungan estimasi durasi pelaksanaan dari kedua jenis metode konstruksi untuk menentukan alternatif yang paling efisien waktu.

HASIL

Fabrikasi Struktur Pembesian

Lokasi pekerjaan pembangunan Light Rail Transit (LRT) jakarta fhase 1B ini dapat di tampilkan lay out sebagai berikut:



Gambar 1. *Lay Out Lokasi Pekerjaan*

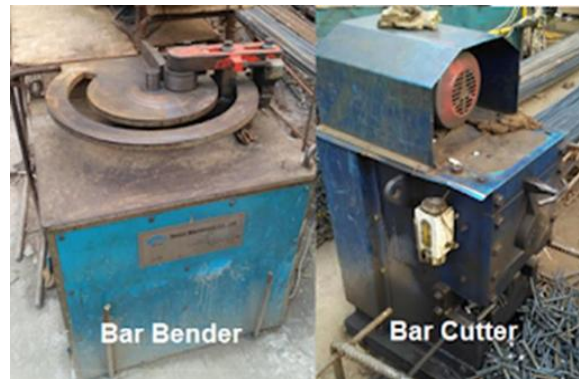
Sumber: Dokumen Proyek LRT Jakarta Fase 1B, 2024

Gambar 1 menunjukkan terkait rute dan layout LRT jakarta Ilustrasi ini menunjukkan lokasi proyek pembangunan LRT Jakarta Fase 1B yang meliputi area konstruksi pier dan pier head sebagai bagian dari struktur utama jalur layang. Peta ini menjadi acuan identifikasi area penelitian dan distribusi pekerjaan di lapangan.

Desain struktur *viaduct Light Rail Transit (LRT)* merupakan bagian dari rangkaian keseluruhan perencanaan struktur *viaduct* jalur kereta LRT Jakarta Tahap I. Struktur terdiri dari material beton dengan sistem rangka kolom balok atau yang biasa disebut sebagai Sistem Rangka Pemikul Momen (Subroto et al., 2023). Analisa struktur dilakukan dengan bantuan *software* Midas Civil dan beberapa *software* lainnya. Dalam perencanaan struktur *viaduct* LRT ini mengikuti persyaratan teknis dan pedoman desain sesuai dengan peraturan yang berlaku di Indonesia (Putri & Sasongko, 2023).

Pada proses fabrikasi besi tulangan ini harus mempunyai area yang cukup luas dan aman dengan mempertimbangkan pergerakan material, pekerja dan juga penggunaan alat. Proses fabrikasi ini akan dilakukan

pembengkokan dan pemotongan pada baja tulangan untuk kemudian dirakit sesuai desain dan spesifikasi yang dibutuhkan (Wahono & Putranto, 2024). Untuk pemotongan digunakan mesin Bar Cutter, sedangkan untuk pembengkokan digunakan mesin Bar Bender. Di tempat fabrikasi juga selalu dilengkapi dengan peralatan keamanan dan keselamatan kerja (K3) dan alat pelindung diri (APD) untuk mencegah terjadinya kecelakaan kerja. Gambar Bar cutter ditunjukkan sebagai berikut :



Gambar 2. Bar Cutter dan Bar Bender

Sumber: Data Peneliti, 2024

Gambar 2 memperlihatkan peralatan utama yang digunakan pada tahap fabrikasi tulangan, yaitu *bar cutter* untuk pemotongan dan *bar bender* untuk pembengkokan baja tulangan. Kedua alat ini berperan penting dalam memastikan ketepatan dimensi dan kualitas hasil pembesian.

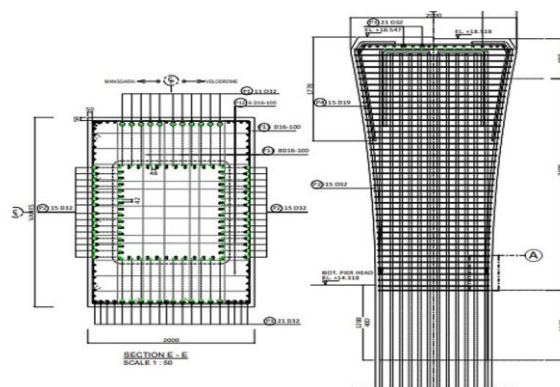
Perakitan pembesian pier dan pier head

Proyek Pembangunan LRT Jakarta Fase 1B yang berlokasi di Provinsi DKI Jakarta adalah pekerjaan pembangunan jalan rel *elevated*, dengan ketinggian minimal 7 m dari atas elevasi jalan eksisting (Pangestu & Pratama, 2021).

Metodologi desain pada elemen struktur *Light Rail Transit* mengacu pada system yang direkomendasikan dalam peraturan ACI (*American Concrete Institute*) 343.1R-12

Perencanaan bentang utama pembangunan *Light Rail Transit* menggunakan sistem *simple beam* dengan penampang balok PCU dan Steel box Girder. Penerapan sistem perancangannya, terdiri dari girder *precast* yaitu girder beton yang telah dicetak di pabrik tempat memproduksi beton kemudian beton tersebut dibawa ke tempat pelaksanaan konstruksi di lapangan dan pada saat pemasangannya dapat menggunakan *launching gantry*. Untuk memikul gaya-gaya yang bekerja akibat struktur tersebut, maka sambungan antara pierhead dan girder menggunakan perletakan *elastomeric bearing* (Primasetra, 2020).

Setelah dilakukan pekerjaan bored pile dan pile cap pekerjaan selanjutnya adalah perakitan pier dan pier head dimana pekerjaan ini masuk dalam component sub structures. di mana di area pier dan pier head ini di rencanakan menggunakan besi tulangan BjTS 420 B ,Fy 420 Mpa (ASTM A7006 /NI 2052) dengan sambungan *joint coupler*.



Gambar 3. Drawing Pembesian Pier Head

Sumber: Dokumen Desain Proyek LRT Jakarta Fase 1B, 2024

Gambar 3 menampilkan rancangan teknis tulangan pada bagian pier head yang menjadi elemen penopang utama struktur girder. Desain tersebut dibuat berdasarkan hasil analisis struktur.



Gambar 4. Perakitan Pembesian Pier

Sumber: Dokumen Proyek LRT Jakarta Fase 1B, 2024

Gambar 4 menunjukkan proses perakitan tulangan pier yang dilakukan sesuai gambar kerja. Proses ini melibatkan penyusunan rangka baja tulangan hingga terbentuk struktur kolom yang siap untuk pengecoran.

Sesuai dengan desain gambar diatas maka pier dan pier head di rencana mempunyai beban saat konstruksi pembuatan dan perakitan besi seperti beban struktur sendiri, beban mati tambahan (SIDL) dan beban pelaksanaan konstruksi (Fadlilah & Romadhon, 2024). Material besi tulangan yang telah di fabrikasi akan di rakit oleh para pekerja besi sehingga dapat membentuk suatu rangkaian komponen sruktur yang berawal dari gambar shop darawing sehingga menjadi bentuk kesatuan (Darsa et al., 2023).

Pengecekan *rebar joint coupler* dan tanpa *coupler*

Pengecekan material besi dilakukan karena lokasi kerja dilapangan harus memadai sebagai tempat untuk gudang dan aktivitas pemotongan besi. Sehingga diperlukan melangsir/memobilisasi besi yang telah dibentuk sesuai design dari gudang ke lokasi kerja.

Dalam tahapan ini untuk sambungan *rebar / joint rebar* antara pengikat beban yang satu dengan yang lainnya dalam dunia kontruksi lebih di kenal sebagai sambungan overlap iu ada 2 jenis yaitu :

- Sambungan/*joint rebar* dengan cara tanpa *coupler*

Sambungan *rebar* dengan cara overlap adalah sambungan yang di lakukan apabila besi tulangan tekor atau kurang panjang. Teknik ini juga bisa di gunakan dalam proyek kontruksi.sehingga dalam peruntukannya sambungan dengan cara tanpa *coupler* ini pasti akan menggunkan overlap besi tulangan. Sehingga akan mengalai pemborosan tulangan besi dan akhirnya stok matrial akan cepat habis, dilain sisi dalam pelaksanaannya akan sulit karena banyaknya tulangan yang pasti akan menumpuk di setiap sambungan(Fassa et al., 2021).

Selain itu di sisi desain terlihat kurang rapih dan berantakan sehingga akan banyak perbaikan-perbaikan di dalam sambungan *rebar* yang akan menjadi keterlambatan dalam penyelesaian proyek yang sudah di rencanakan.



Gambar 5. Joint Rebar Tanpa Coupler

Sumber: Data Peneliti, 2024

Gambar 5 memperlihatkan sambungan *rebar* yang menggunakan sistem *overlap* tanpa coupler. Teknik ini umum digunakan dalam metode konvensional, namun memiliki kelemahan berupa pemborosan material dan waktu pemasangan yang lebih lama.

- Sambungan/*joint rebar* dengan cara *coupler* (g tek)

Sambungan *rebar* dengan *coupler* adalah sambungan yang di pakai menggunakan bahan *coupler* yang di desain untuk mengcover beban yang sudah di rencanakan sehingga penggunaan sambungan/*joint coupler* di dunia konstruksi sudah menjadi salah satu solusi untuk pemakaian sambungn tulangan besi.

Kelebihan sambungan/*joint coupler* adalah:

- Dalam stok matrial di sebuah proyek akan mengalami penghematan besi tulangan
- Sesuai desain *coupler* di buat untuk meningkatkan kekuatan struktur sehingga penggunaannya sangat di pakai dalam pekerjaan konstruksi.
- Dapat meningkatkan percepatan schedulle untuk pekerjaan konstruksi karna cara pemasangan nya yang sangat mudah.
- Juga dapat mengefisiensi / meminimalisir biaya ketika pemasangan menggunakan *coupler* dengan tanpa *coupler*.

Selain itu karena *coupler* ini sangat mudah di gunakan maka di dalam desain sangat feleksibilitas bisa menggunakan sambungan *coupler* dengan jenis lain.



Gambar 6. *Joint Rebar Coupler*

Sumber: Data Peneliti, 2024

Gambar 6 menunjukkan sambungan *rebar* menggunakan *mechanical coupler* yang dapat meningkatkan efisiensi pemasangan dan kekuatan struktur sambungan. Metode ini banyak diterapkan pada proyek infrastruktur modern.

Dilanjutkan dengan pemasangan besi pier head dan beton tahu (beton deking) oleh pekerja sesuai dengan design yang telah disetujui. Penyambungan besi kolom dan pier head menggunakan coupler baja(Pattiraja et al., 2024).

Besi pier head yang sudah dibentuk diangkat menggunakan service crane ke atas kolom/pier. Selanjutnya dilakukan penyambungan menggunakan coupler baja. *Coupler* baja ini menggunakan mer G tek.

Sebelum pemasangan *coupler* maka semua matrial *coupler* harus di test tarik terlebih dahulu untuk memastikan bahwa kekuatan *coupler* bisa menahan beban sesuai dengan desain yang di rencanakan (Diandra et al., 2024).

Joint Inspection

Joint inspection adalah tahapan ketika sudah selesai tahapan pemasangan tulangan struktur. Setelah seluruh tulangan terpasang, maka perlu dilakukan pengecekan tulangan oleh tim Quality Control apakah jumlah dan posisi tulangan sudah terpasang dengan benar sesuai dengan gambar rencana pemasangan Setelah pemasangan besi Pier Head selesai dikerjakan. Kontraktor pelaksana mengajukan administrasi dokumen yaitu berita acara checklist dan Request For *Joint Inspection* kepada pihak Konsultan MK dan Owner. Agar pihak Konsultan MK dan Owner mengetahui dan memastikan pemasangan besi yang terlaksana dilapangan telah sesuai dengan design yang disepakati.



Gambar 7. *Joint Inspection*

Sumber: Data Peneliti, 2024

Gambar 7 menggambarkan kegiatan pemeriksaan bersama (*joint inspection*) antara kontraktor, konsultan pengawas, dan pemilik proyek setelah pemasangan tulangan selesai dilakukan. Tahap ini memastikan kesesuaian pekerjaan terhadap desain dan standar mutu.

Pemasangan Begisting

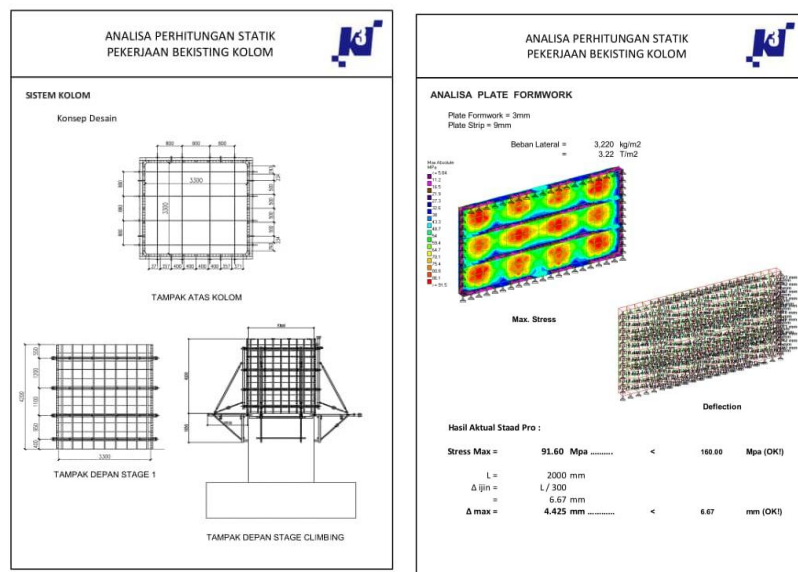
Persiapan Fabrikasi Forwork/ Begisting

Pekerjaan formwork/begisting dilakukan bila pekerjaan pembesian dan pengecekan tulangan sudah selesai adapun pekerjaan persiapan begisting terdiri dari

- Pekerjaan pier menggunakan formwork/bekisting menggunakan steel plate sebagai rangka penguat dan pengikat antar sisi sesuai dengan kebutuhan perhitungan berdasarkan desain. Untuk pengikat antar steel plate menggunakan climbing cone.
- Menyiapkan gambar pabrikasi bekisting berdasarkan perhitungan
- Mendatangkan material kebutuhan untuk Formwork/bekisting
- Pastikan kondisi bersih dan tidak rusak atau lapuk
- Pastikan terod dan soring dan sabuk begisting cukup tidak kurang

Di dalam penggunaan begisting juga harus di perhatikan sisi spesifikasi material yang akan di gunakan kemudian di bagian plate formwork juga harus di cek juga dengan frame formworknya . sehingga bisa di gunakan untuk menutup kolom, serta di perhatikan bolt panel kolom, waler, tie rood serta ancor climbing.

Setiap penggunaan alat harus ada pengecekan atau uji test yang di lakukan oleh kontraktor sehingga alat yang di gunakan selalu dalam keadaan baik.



Gambar 8. Perhitungan Pekerjaan Bekisting

Sumber: Data Peneliti, 2024

Gambar 8 menunjukkan tahapan perhitungan kebutuhan material dan perencanaan sistem bekisting yang akan digunakan pada pier. Perhitungan ini memastikan stabilitas dan keamanan saat pengecoran berlangsung.

Instalasi Fomwork/begisting

Adapun pekerjaan begisting harus melalui pemilihan bahan dan matrial yang baik agar pada waktu pengecoran tidak mengalami jebol/ rusak akibat masuknya beton. Setelah pemilihan matrial selesai maka begisting siap di instalasi/ di pasang dan urutannya sebagai berikut:

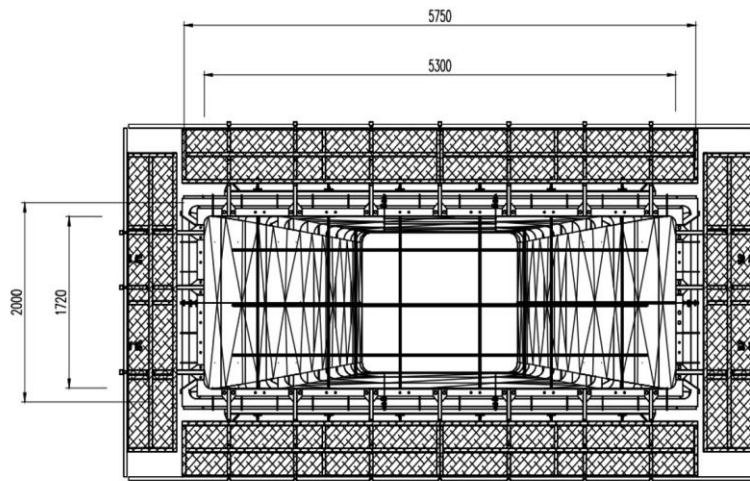
- Pemasangan bekisting dilakukan setelah marka penanda lokasi bekisting sudah terpasang berdasarkan gambar kerja yang disetujui.
- Sebelum dipasang, permukaan bekisting harus dibersihkan dari debu kotoran dan tanah yang menempel.
- Oleskan minyak bekisting pada permukaan bekisting.
- Periksa kekencangan kunci, angkur/cone pengikat bekisting. Pastikan tidak ada bagian yang belum kencang dan tidak ada celah antar panel bekisting.
- Koordinat bekisting harus selalu dikontrol oleh surveyor agar dimensi struktur sesuai dengan desain.



Gambar 9. Instalasi Bekisting

Sumber: Data Peneliti, 2024

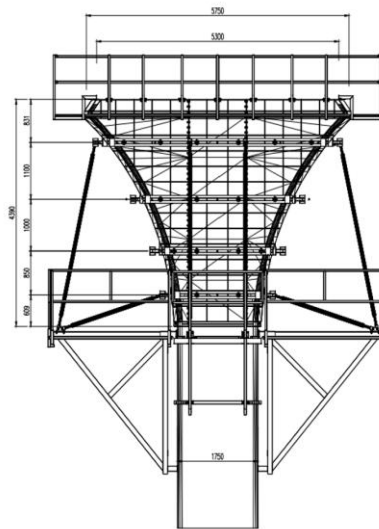
Gambar 9 memperlihatkan proses pemasangan bekisting pada struktur pier setelah seluruh tulangan terpasang. Bekisting berfungsi sebagai cetakan beton agar dimensi dan bentuk struktur sesuai dengan desain.



Gambar 10. Tampak Atas Climbing Form Bekisting Pier Head

Sumber: Data Peneliti, 2024

Gambar 10 menampilkan bentuk *climbing form* pada bagian atas pier head. Sistem ini digunakan untuk mempercepat pekerjaan bekisting dengan efisiensi penggunaan material yang tinggi.



Gambar 11. Formwork Pier Head

Sumber: Data Peneliti, 2024

Gambar 11 menunjukkan sistem *formwork* atau bekisting pier head yang telah terpasang dan siap digunakan dalam proses pengecoran beton.

Pengecoran pier dan pier head

Persiapan pengecoran

Pekerjaan pengecoran adalah tahap akhir dalam suatu pekerjaan konstruksi karena sudah melewati tahapan yang panjang seperti pembersihan lahan, pemasangan besi tulangan, pemasangan formwork/bekisting juga pemeriksaan dengan konsultan pengawas sehingga sudah banyak tahapan yang di lalui, adapun yang harus di persiapan dalam pengecoran pier dan pier head adalah sebagai berikut di bawah ini :

- Alat dan bahan haruslah dalam keadaan bersih agar kualitas beton terjaga. Segala jenis sampah kawat atau sampah lainnya terlebih dibersihkan agar tidak mengganggu kualitas beton. Selanjutnya Kembali memeriksa kondisi bekisting, agar saat dilakukan pengecoran tidak terjadi kebocoran
- Memastikan pengamanan area dengan membuat tanggulan disekeliling pier dan menjaga tidak ada cairan beton pengecoran keluar area
- Mutu pengecoran yang akan digunakan untuk pengecoran sesuai spesifikasi dan job mix formula/design yang direncanakan dan sudah sesuai mutu rencana yaitu $F_c' 40 \text{ MPa}$.
- Pastikan perhitungan volume rencana actual yang akan digunakan
- Pastikan alur keluar masuk Truck Mixer menuju dan dari lokasi pekerjaan serta traffic management disekitar lokasi dan memperhitungkan cycle time serta kebutuhan Truck Mixer
- Pastikan peralatan seperti concrete vibrator, jaringan listrik, penerangan serta peralatan pendukung lainnya beserta tenaga kerja yang dibutuhkan
- Pemeriksaan perkuatan pembedaan dan formwork

Dalam pengecoran beton agar didapatkan kualitas beton yang baik harus mengikuti desain yang sudah di buat oleh perencana karena Adapun untuk pengecoran beton mempunyai tahapan2 sebagai berikut

Pemeriksaan dan perawatan beton

Pekerjaan pemeriksaan dan perawatan beton adalah suatu kegiatan yang bersifat menjaga dan memonitoring beton secara berkala sehingga mutu beton dan kualitas beton tetap terjaga sampai waktu yang lama adapun cara perawatan beton dan pemeriksaannya sebagai berikut :

- Pemeriksaan hasil beton pengecoran, pastikan sudah sesuai rata secara verticality dan kedataran, pastikan tidak ada yang mengembang atau keropos
- Melaksanakan pengujian mutu beton dari sampel yang dirawat berdasarkan kondisi umur yang dipersyaratkan untuk pengujian dan pelepasan formwork/bekisting
- Jumlah sampel pengujian harus sesuai dengan yang dipersyaratkan
- Hasil pengujian sampel beton harus sesuai dengan mutu rencana yang dipersyaratkan

Dalam hal pekerjaan di dalam proyek biasanya lantai beton atau kolom beton di lakukan yang mananya curing beton itu biasanya di lakukan setelah selesai pengecoran dan di buka fomwork/begisting sesuai dengan umur beton yang di syartkan sesuai peraturan beton, beton dilindungi dan dirawat (concrete curing) selama berlangsungnya proses pengerasan, terutama terhadap panas matahari, cuaca atau aliran air dan juga pengeringan sebelum waktunya. Curing beton dilakukan dengan cara menyemprotkan curing compound ke permukaan beton. Untuk menjaga permukaan tetap basah, lapis permukaan dengan geotextile.

Setelah selesai pengecoran, beton dilindungi dan dirawat (concrete curing) selama berlangsungnya proses pengerasan, terutama terhadap panas matahari, cuaca atau aliran air dan juga pengeringan sebelum waktunya. Curing beton dilakukan dengan cara menyemprotkan curing compound ke permukaan beton. Untuk menjaga permukaan tetap basah, lapis permukaan dengan geotextile.



Gambar 12. Curing Beton

Sumber: Data Peneliti, 2024

Gambar 12 memperlihatkan proses *curing* beton menggunakan *curing compound* dan pelapisan geotekstil untuk menjaga kelembapan permukaan beton sehingga mutu tetap terjaga selama proses pengerasan.

Biaya dan Waktu Pelaksanaan
Biaya Pemasangan rebar tanpa coupler

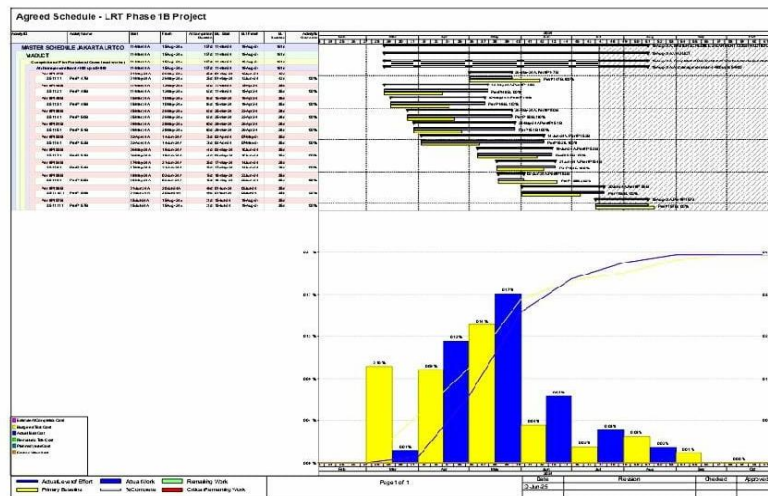
Pekerjaan kontruksi dalam pembangunan Light Rail Transit (LRT) ini sangat berdampak pada sisi anggaran biaya dan waktu penyelesaian proyek.oleh karena itu banyaknya pemasalahan2 yang ada di lapangan membuat perencanaan- perencanaan apabila pekerjaan tidak berjalan sesuai rencana/schedule yang di buat. Dan kami pun mencoba menghitung anggaran pemasanagan *rebar* tanpa *coupler*. Dari hasil perhitungan biaya di dibawah ini ternyata masih banyak pengeluaran untuk fabrikasi besi dengan menggunakan join *rebar* tanpa *coupler*. karena banyaknya matrial besi yag di gunakan serta bertambahnya tukang besi untuk fabrikasi dan pemasangan besi dilapangan.

Tabel 1. Biaya Pemasangan Rebar Tanpa Coupler

No	Description	Kode	Unit	Koefisien	Unit Price (Rp)	Total (Rp)
A	LABOUR					
	Labor	L.01	OH	0,035	136535	4778,73
	Skilled Labor	L.02	OH	0,035	143362	5017,67
	Head of Skilled Labor	L.03	OH	0,004	150530	602,12
	Foreman	L.04	OH	0,002	158056	316,11
	SUM (A)					10714,63
B	MATERIAL					
	Steel Rebar		kg	10,5	10809	113494,5
	Tie Wire		kg	0,075	42553	3191,48
	SUM (B)					116686
C	TOOLS					
	SUM (C)					0
D	SUM (A+B+C)					127400,6
F	TOTAL					127400,6
	TOTAL / Kg					12740,06

Sumber: Data Peneliti, 2024

Gambar 13 ini menunjukkan rincian biaya pekerjaan pemasangan tulangan tanpa coupler, yang menunjukkan konsumsi material dan durasi pekerjaan yang lebih besar dibanding metode prefabrikasi.



Gambar 13. Agreed Schedule Rebar Tanpa Coupler

Sumber: Data Peneliti, 2024

Gambar 14 menggambarkan jadwal pelaksanaan pemasangan *rebar* konvensional yang menunjukkan durasi waktu relatif lebih panjang akibat proses perakitan manual di lapangan.

Hasil dari schedule bahwasannya terlihat adanya perpanjangan waktu/ banyak memakan waktu sehingga dengan panjang waktu membuat rencana anggaran biaya (RAB) suatu proyek menjadi tinggi dan kami menganalisa bahwa menggunakan *rebar* tanpa colper mempunyai kekurangan yang sangat signifikan seperti :

1. Penggunaan besi yang sangat banyak sehingga stok matrial besi tulangan cepat habis dan akan berdampak pada rencana anggaran biaya (RAB)
2. Tidak adanya efisiensi biaya terkait bertambahnya biaya pembelian matrial besi tulangan
3. Tidak adanya percepatan dalam schedule karena perakitan besi tulangan yang memakan waktu yang sangat lama
4. Secara desain pemakaian *rebar* tanpa *coupler* terlihat tidak rapih / berantakan.

Biaya pemasangan *rebar* join *coupler*

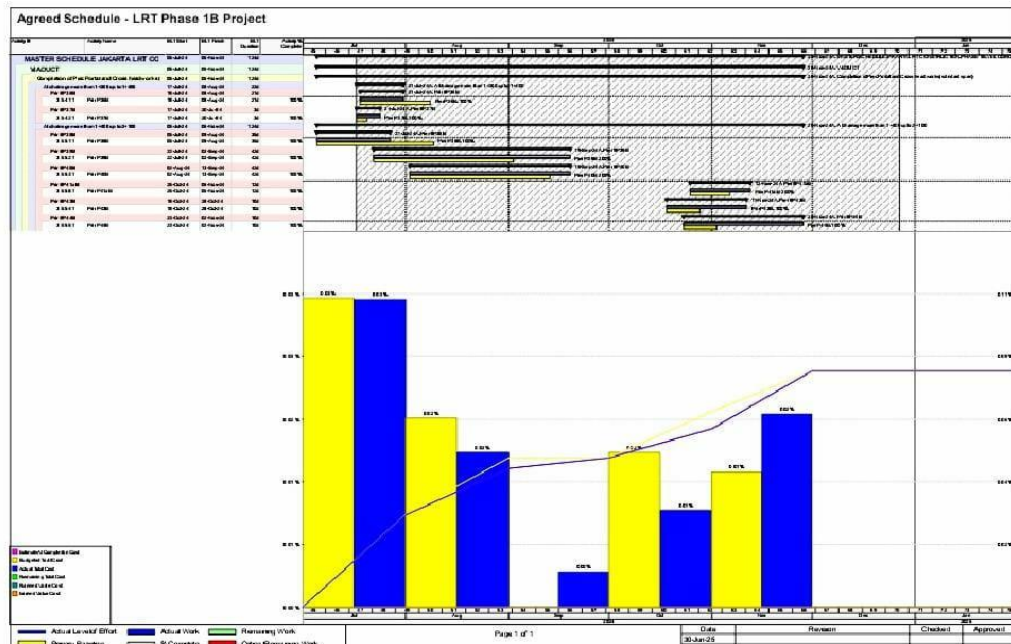
Biaya pemasangan *rebar* dengan *joint coupler* pada konstruksi pembangunan Light Rail Transit (LRT) ini sangat berdampak pada sisi anggaran biaya dan waktu penyelesaian proyek.oleh karena itu banyaknya permasalahan yang ada di lapangan membuat perencanaan- perencanaan apabila pekerjaan tidak berjalan sesuai rencana/schedule yang di buat. Dan kami pun mencoba menghitung anggaran pemasangan *rebar* dengan *coupler*.

Tabel 2. Biaya Pemasangan Rebar Coupler

No	Description	Unit	Koefisien	Unit Price (Rp)	Total (Rp)
A	LABOUR				
	Skilled Labor (Seniat + Install)	bh	1	10000	10000
	SUM (A)				10000
B	MATERIAL				
	Coupler D32	bh	1	65000	65000
	SUM (B)				65000
C	TOOLS				
	Senai	Ls	0,001	12000000	12000
	Kunci Pipa / Torsi Coupler	Ls	0,001	4000000	4000
	SUM (C)				16000
D	SUM (A+B+C)				91000
F	TOTAL				91000

Sumber: Data Peneliti, 2024

Gambar 15 perbandingan biaya pemasangan tulangan dengan sistem *joint coupler* yang menunjukkan adanya efisiensi signifikan dari sisi penggunaan material dan waktu pelaksanaan.



Gambar 14. Agreed Schedule *Rebar Coupler*

Sumber: Data Peneliti, 2024

Gambar 17 menampilkan jadwal kerja pemasangan tulangan dengan sistem coupler yang memiliki waktu pelaksanaan lebih singkat dibanding metode konvensional, menandakan adanya peningkatan efisiensi (Rizal et al., 2024).

Dan hasil dari schedule yang kami lihat bahwasannya kami melihat adanya penghematan besi tulangan dalam pelaksanaan pemasangan *rebar* dengan *coupler* sehingga dapat memakai waktu yang singkat/sedikit sehingga dengan makin cepat nya waktu pemasangan struktur membuat rencana anggaran biaya (RAB) suatu proyek menjadi tidak tinggi dan kami mengnalisa bahwa menggunakan *rebar* dengan *colper* mempunyai kelbihan yang sangat signifikan seperti:

1. Penghematan besi yang sangat baik sehingga stok matrial besi tulangan akan selalu tersedia dan tidak akan berdampak pada rencana anggaran biaya (RAB)
2. Dengan minimnya biaya pemasangan maka bisa di pastikan efisiensi biaya lebih terjaga
3. Adanya percepatan dalam schedule karena perakitan besi tulangan tidak memakan waktu yang sangat lama
4. Secara desain pemakaian *rebar* dengan *coupler* terlihat rapih / tidak berantakan.

SIMPULAN

Hasil analisa dan perhitungan struktur konstruksi pada proyek yang sedang berjalan pembangunan Light Rail Transit (LRT) Jakarta fase 1B serta uraian dan pembahasan pada bab-bab sebelumnya, dapat disimpulkan sebagai berikut: Berdasarkan rasio perbandingan biaya konstruksi *rebar joint coupler* dan konstruksi tanpa *joint coupler* didapatkan efisiensi biaya dan lebih ekonomis untuk menggunakan konstruksi dengan *joint coupler*. Berdasarkan rasio perbandingan waktu khusus untuk pekerjaan pemasangan *rebar* dengan *joint coupler* dan tanpa *joint coupler* didapatkan percepatan konstruksi, dan berdasarkan rasio kebutuhan tenaga kerja didapatkan efisiensi jumlah tenaga kerja dalam pelaksanaan pemasangan *rebar* menggunakan *joint coupler*. Kualitas konstruksi pemasangan dengan *joint coupler* mengalami peningkatan struktur dibandingkan dengan konstruksi tanpa *joint coupler* serta mempunyai fleksibilitas desain pada suatu pembangunan konstruksi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, D. I., Widayanti, S., & Atasa, D. (2023). Analisis Nilai Tambah Dan Strategi Pengembangan Agroindustri Siwalan Di Desa Hendrosari, Kecamatan Menganti, Kabupaten Gresik. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 23(1), 999. <https://doi.org/10.33087/Jiubj.V23i1.2847>
- Darsa, R., Nulyani, R., & Zaitul, Z. (2023). Kajian Faktor Kinerja Sumber Daya Manusia Kontraktor Terhadap Kualitas Mutu Pekerjaan Proyek Konstruksi Jalan Di Kota Sungai Penuh. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 23(3), 2831. <https://doi.org/10.33087/Jiubj.V23i3.4399>
- Diandra, N., Ceisya, D., & Farid, F. (2024). Comparison Of Using Conventional Estimating And Sketchup Pro For Bill Quantity Takeoff Process. *Jurnal Talenta Sipil*, 7(1), 404. <https://doi.org/10.33087/TalentaSipil.V7i1.473>

- Fadlilah, M. H., & Romadhon, F. A. (2024). *PENYEBAB KETERLAMBATAN PEKERJAAN KONTRUKSI PROYEK PEMBANGUNAN HOTEL PADMA SEMARANG*.
- Fassa, F., Wibowo, A., & Soekiman, A. (2021). *Sumber Daya Manusia Di Industri Konstruksi Periode 2011–2020: Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Produktivitas Tenaga Kerja Konstruksi: Sebuah Tinjauan Sistematis*.
- Kristiana, R., Jodi Multi Kontrol Nusantara Wisma Bakrie, S. P., & Selatan Abstrak, J. (2020). ANALISIS PENGUKURAN KUALITAS KINERJA INFRASTRUKTUR LRT JAKARTA SELAMA KONDISI PANDEMI COVID-19. In *Jurnal Teknik Sipil* (Number 1). www.kumparan.com,
- Pangestu, S. F., & Pratama, M. M. A. (2021). Evaluasi Kinerja Struktur Gedung Bertingkat Menggunakan Pendekatan Desain Berbasis Kinerja. *Cantilever: Jurnal Penelitian Dan Kajian Bidang Teknik Sipil*, 10(2), 91–100. <https://doi.org/10.35139/Cantilever.V10i2.110>
- Pattiraja, A. H., Gai, A. M., Pontan, I. D., Se, M. T., Mm, I. P. M., Eng, A., & Sahrullah, S. T. (2024). *Manajemen Proyek Teknik Sipil Strategi Dan Taktik Untuk Proyek Konstruksi: Buku Referensi*. PT. Media Penerbit Indonesia.
- Primasetra, A. (2020). Studi Eksplorasi Desain Rumah Prafabrikasi Berdasarkan Bentuk Modul Komponen Sebagai Alternatif Desain Rumah Sederhana. *JOURNAL OF APPLIED SCIENCE (JAPPS)*, 2(1), 001–010. <https://doi.org/10.36870/Japps.V2i1.157>
- Putri, D. R., & Sasongko, P. E. (2023). ANALISIS KARAKTERISTIK SIFAT FISIK TANAH PADA BERBAGAI PENGGUNAAN LAHAN DI WILAYAH KECAMATAN PUJON. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia*, 25(1), 27–33. <https://doi.org/10.31186/Jipi.25.1.27-33>
- Risdiyanti, A. (2018). *ANALISA PERBANDINGAN BIAYA DAN WAKTU ANTARA METODE KONVENSIONAL DAN PRACETAK (STUDI KASUS : UNDERPASS BUNDARAN SATELIT MAYJEND SUNGKONO SURABAYA)* (Vol. 6, Number 2).
- Rizal, A H, Biaya, P., Keterlambatan, P., Proyek, P., Bendungan, K., Rizal, Andi H, Fay, S., & Krisnayanti, D. S. (2024). PENGARUH BIAYA TERHADAP PENYEBAB KETERLAMBATAN PENYELESAIAN PROYEK KONSTRUKSI BENDUNGAN. In *Jurnal Teknik Sipil* (Vol. 13, Number 1).
- Saputra, A. (2020). PENGARUH PENGAWASAN KERJA DAN DISIPLIN KERJA TERHADAP KINERJA KARYAWAN PADA PT CENTRIC POWERINDO DI KOTA BATAM EFFECT OF WORK SUPERVISION AND EMPLOYEE DISCIPLINE ON EMPLOYEE PERFORMANCE AT PT CENTRIC POWERINDO IN BATAM CITY. *Pengaruh Pengawasan. .. Jurnal EMBA*, 8(1), 672–683.
- Subroto, D. E., Supriandi, Wirawan, R., & Rukmana, A. Y. (2023). Implementasi Teknologi Dalam Pembelajaran Di Era Digital: Tantangan Dan Peluang Bagi Dunia Pendidikan Di Indonesia. *Jurnal Pendidikan West Science*, 1(07), 473–480. <https://doi.org/10.58812/Jpdws.V1i07.542>
- Wahono, D., & Putranto, L. S. (2024). ANALISIS PENGARUH KUALITAS LAYANAN LRT JABODEBEK RUTE DKI JAKARTA TERHADAP KEPUASAN DAN LOYALITAS. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 969–976. <https://doi.org/10.24912/Jmts.V7i3.30753>