

Metode Percepatan Pembangunan Pasar Besar Ngawi Menggunakan Metode Half Slab

Imanullah Sandy Pratama¹⁾, Julistyana Tistogondo²⁾, Diah Ayu Restuti Wulandari³⁾

¹⁾ Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Narotama Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: imanullahsandy09@gmail.com

²⁾ Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Narotama Surabaya Surabaya, Indonesia

Email: julistyana.tistogondo@narotama.ac.id

³⁾ Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Indonesia
Email: diahwulandari@unej.ac.id

Received: 2023-07-18; Accepted: 2023-11-21; Published: 2024-03-30

Abstract

The Ngawi Big Market development project, located on Jl. Sultan Agung, Sidomulyo, Ketangi, Kec. Ngawi, Ngawi Regency, East Java 63211. In this development project, it is necessary to calculate the budget plan and the exact implementation time to find out how much money is needed and how to calculate the time for the construction of the project. For this final project using the half slab precast method on the plate and for other elements still using the conventional method. To plan costs, must determine the method of implementation and also know the duration of the work in advance. So, it is necessary to do the volume calculation first. Then find out the productivity value of each type of work. So to get the value of work duration obtained from the calculation of volume divided by productivity. The calculation of the productivity value is obtained from field surveys. The results of these calculations can be used as input to the Microsoft Project software application for preparing schedules for each job. In the final results of calculating the cost and time of implementation of this project, the cost and duration of plate work with Halfslab is Rp. 2,666,765,984 with a duration of work for 35 days.

Keywords: implementation costs; scheduling; precast half slab; implementation method

Abstrak

Proyek pembangunan Pasar Besar Ngawi yang terletak di Jl. Sultan Agung, Sidomulyo, Ketangi, Kec. Ngawi, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63211. Pada proyek pembangunan ini diperlukan perhitungan rencana anggaran biaya dan waktu pelaksanaan yang tepat untuk mengetahui seberapa besar biaya yang diperlukan dan bagaimana menghitung waktu yang dilaksanakan dari pembangunan proyek tersebut. Untuk tugas akhir ini menggunakan metode precast half slab pada bagian pelat dan untuk elemen yang lain tetap menggunakan metode konvensional. Untuk merencanakan biaya, harus menentukan metode pelaksanaan dan juga mengetahui durasi pekerjaan terlebih dahulu. Maka, diperlukan melakukan perhitungan volume terlebih dahulu. Lalu mengetahui nilai produktivitas setiap jenis pekerjaan. Jadi untuk mendapatkan nilai durasi pekerjaan didapat dari perhitungan volume dibagi produktivitas. Perhitungan nilai produktivitas tersebut didapat dari survey di lapangan. Hasil perhitungan tersebut dapat dijadikan input pada aplikasi software Microsoft Project untuk penyusunan jadwal setiap pekerjaan. Pada hasil akhir perhitungan biaya dan waktu pelaksanaan proyek ini didapatkan biaya dan durasi pekerjaan plat dengan Halfslab adalah Rp 2.666.765.984 dengan durasi pekerjaan selama 35 hari.

Kata Kunci: Biaya pelaksanaan; penjadwalan; precast half slab; metode pelaksanaan

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi dalam dunia konstruksi khususnya di Indonesia semakin cepat. Hal ini dapat terlihat dari semakin banyaknya pembangunan di berbagai daerah baik itu pembangunan gedung, sarana transportasi maupun bangunan air. Dalam pembangunan-pembangunan tersebut dibutuhkan suatu metode atau teknologi konstruksi yang tepat untuk memperoleh hasil yang diharapkan, khususnya dalam hal biaya dan waktu yang dibutuhkan dalam suatu pekerjaan konstruksi.

Dalam pelaksanaannya ada beberapa metode yang dipakai dalam proyek. Diantaranya adalah metode konvensional dan precast. Pengertian konvensional adalah beton yang langsung di cor pada lokasi elemen struktur beton yang di cor dan dirawat (curing) di lokasi lain, seperti

workshop atau pabrik (bukan di tempat elemen struktur beton itu akan dipasang). Menurut Afandi (2004) terdapat beberapa perbedaan antara sistem konvensional dengan pracetak. Kekurangan dalam konvensional diantaranya membutuhkan waktu pelaksanaan konstruksi lebih lama, karena masing-masing elemen struktur yang saling ketergantungan harus dikerjakan secara berurutan, mutu kurang terjamin, terutama permukaan betonnya tidak sehalus beton precast, membutuhkan banyak bekisting dan pekerja, tergantung cuaca, sangat tergantung keahlian pelaksana. Kelebihan sistem pracetak dibanding sistem konvensional yaitu memiliki keunggulan lebih ekonomis dalam penggunaan bekisting, mutu lebih terjamin karena dikerjakan di pabrik dengan pengawasan yang baik, tidak

terlalu terpengaruh kondisi cuaca, produktivitas lebih tinggi.

Dalam hal ini peninjauan dilakukan pada pelaksanaan proyek pembangunan Pasar Besar Ngawi yang terletak di Jl. Sultan Agung, Sidomulyo, Ketanggi, Kec. Ngawi, Kabupaten Ngawi, Jawa Timur 63211. Pihak pelaksana adalah PT PP Urban. Pasar Besar Ngawi memiliki 3 lantai dengan rincian 2 lantai untuk aktifitas berjualan para pedagang nantinya, 1 lantai sebagai dek atap dan maintenance floor. Pasar Besar Ngawi menjadi menarik untuk dikaji dikarenakan pada awalnya proyek pembangunan pada Pasar Besar Ngawi memakai metode pelaksanaan konvensional pada pengecoran plat, namun di ubah menjadi sistem metode pengecoran half slab.

RUMUSAN MASALAH

Permasalahan yang ditinjau dalam Tugas Akhir ini adalah :

1. Bagaimana perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan pada proyek pembangunan Pasar Besar Ngawi?
2. Bagaimana metode pelaksanaan pada proyek pembangunan Pasar Besar Ngawi dengan menggunakan metode Halfslab?
3. Bagaimana perbandingan Manajemen Konstruksi plat konvensional dengan metode halfslab?

Tujuan Penulisan

Tujuan penyusunan Tugas Akhir ini adalah :

1. Untuk mengetahui perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan proyek pembangunan Pasar Besar Ngawi
2. Untuk mengetahui metode pelaksanaan proyek pembangunan Pasar Besar Ngawi dengan metode halfslab
3. Untuk mengetahui perbandingan perbandingan perhitungan biaya dan waktu antara metode konvensional dengan metode halfslab

PENELITIAN TERDAHULU

Menurut peraturan PT PP Execution Engineering (BDE/GDG/STR/PLT/2015/005), beton pracetak adalah material berat yang dicor di beberapa bagian, baik di lokasi maupun di pabrik, dan akhirnya dipasang dengan sistem sambungan ke membuat unit struktur yang tersusun dari rangkaian komponen beton pracetak (Plant Cast Precast dan Prestressed). "Half cast in place" mengacu pada metode "cast in situ" dan digunakan sebagai pembanding dengan metode konvensional slab, precast half slab, dan precast full slab dalam hal efisiensi waktu dan biaya pada proyek pembangunan Pasar Rakyat di Indonesia pada tahun 2018. Pemasangan pelat lantai metode konvensional membutuhkan waktu penyelesaian 29% lebih lama jika dibandingkan dengan pemasangan pelat pelat penuh dan setengah pelat.

Umum

Implementasi proyek memerlukan perencanaan dan pelaksanaan yang menyeluruh untuk memastikan bahwa proyek selesai dalam perkiraan durasi pengerjaan dan dengan anggaran yang paling efisien. Rencana pengeluaran mencakup semua anggaran yang diantisipasi untuk periode pelaksanaan proyek.

Metode Pelaksanaan pengerjaan proyek yang akan dibahas di proposal ini meliputi pengerjaan struktur bawah yaitu di mulai dari penggalian tanah, pemancangan,

pemadatan tanah, dan pembuatan pilecap. Di lain sisi guna membantu pengerjaan struktur atas meliputi kolom, balok dan pelat dibutuhkan alat-alat meliputi pemancang, alat penggali dan pemadatan tanah, alat pengecoran, dan tower crane.

Materi yang akan di bahas pada tinjauan pustaka adalah RAP (Rencana Anggaran Pelaksanaan) yang meliputi perhitungan volue tiap item pekerjaan, kemampuan alat, perencanaan produktivitas, Perancangan HSP schedule dan waktu yang meliputi Network Planning, Bar Chart, dan Kurva S.

DEFINISI DAN TERMINOLOGI

Menurut Ervianto (2006), precasting mengacu pada proses pembuatan elemen struktur bangunan di tempat yang beda dari tempat elemen tersebut akan digunakan. Jenis pelat pracetak berikut ini biasa digunakan dalam industri.:

- a) Tipe pertama disebut Solid Flat Slab atau Precast Full Slab, yang mengacu pada pelat pracetak dengan ketebalan yang sesuai dengan ketebalan pelat yang ditentukan.
- b) Tipe kedua adalah Hollow Core Slab, yang mirip dengan full precast slab, namun memiliki rongga pada sisinya untuk mengurangi beban struktur.
- c) Tipe ketiga adalah Half Piece, yang mengacu pada pelat pracetak yang membutuhkan overtopping yang tebal. Misalnya, jika pelat lantai direncanakan memiliki ketebalan 12 cm, maka digunakan pelat pracetak dengan ketebalan 7 cm dan ketebalan overtopping 5 cm.

Berikut adalah keuntungan dan kelemahan menggunakan precast:

Keuntungan menggunakan beton pracetak:

- Peningkatan mutu beton - mutu beton pracetak lebih baik karena penggunaan mesin dan pengawasan yang cermat selama proses produksi.
- Implementasi konstruksi yang tidak tergantung cuaca - beton pracetak diproduksi di pabrik yang terlindung dari kondisi cuaca buruk seperti matahari dan hujan, memungkinkan proses berlanjut tanpa gangguan.
- Penghapusan bekisting - beton pracetak tidak memerlukan penggunaan bekisting, yang dapat menghemat waktu dan biaya

Kelemahan menggunakan beton precast

- Integrasi komponen beton pracetak menjadi bagian dari struktur bangunan, dan tahap ini melibatkan penggunaan peralatan seperti tower crane.
- Perencanaan terperinci diperlukan untuk menghubungkan pelat pracetak menjadi satu.

TAHAP PEMBUATAN (FABRIKASI)

Pada tahap pembuatan atau fabrikasi ini dilakukan di lakukan di tempat pembuatan pre cast.

TAHAP PENUMPUKAN

Latar belakang terciptanya penumpukan material precast :

Beton precast yang akan digunakan terlalu banyak, yang menyebabkan pemasangan pelat tidak bisa diterapkan secara langsung dari trailer ke titik pelat rencana.

Luasnya lokasi pengerjaan proyek, yang membuat terciptanya tempat penumpukan pelat yang mana lokasi ini sebisa mungkin tidak mengganggu kegiatan proyek yang lain.

Selama tahap penumpukan, perhitungan berikut digunakan:

1. Hitung berat beton pracetak dengan mengalikan volume beton bertulang (dalam m³) dengan berat jenisnya, yaitu 2400 kg/m³
2. Rencanakan jumlah tiang pancang beton pracetak yang dibutuhkan
3. Tentukan berat total tiang pancang beton pracetak dengan mengalikan berat dalam kilogram dengan perkiraan jumlah tiang yang akan dipasang
4. Hitung luas balok kayu dan rencanakan penyangga tiang beton pracetak yang sesuai
5. Melakukan perhitungan susun kontrol untuk beton pracetak
6. Gunakan "beton" untuk mendapatkan nilai F_c untuk kontrol tiang pancang beton pracetak, di mana F_c adalah 0,65 kali F_c' , yang merupakan nilai tegangan beton tujuh hari:

$$= \frac{\text{Berat Total Tumpukan}}{\text{Luas Balok Kayu}}$$

TAHAP PEMASANGAN DAN PENGANGKATAN

Selama tahap pemasangan beton pracetak, penting untuk merencanakan dengan hati-hati, termasuk peralatan, pekerja, dan proses pemasangan yang diperlukan. Tower crane merupakan alat berat yang dipakai guna menaikan panel pracetak. Selama pemasangan beton pracetak, penting untuk mempertimbangkan faktor-faktor berikut :

- a. Diperlukan persiapan terlebih dahulu untuk tower crane atau alat pengangkat lainnya untuk beton pracetak.
- b. Tower crane harus diposisikan di lapangan sehingga dapat mengakses seluruh bagian struktur beton pracetak yang memerlukan pemasangan
- c. Sebelum pemasangan, penting untuk memeriksa kondisi dan tulangan beton pracetak
- d. Operator akan dibantu oleh pekerja untuk menempatkan beton pracetak di lokasi yang diperlukan
- e. Tahap pemasangan beton pracetak mengikuti pengecoran kolom dan pemasangan scaffolding. Konsultan dan kontraktor mengawasi pekerjaan selama instalasi.

Tahap penyambungan

a. Sambungan basah

Sambungan ini digolongkan menjadi dua jenis yaitu :

1. In-situ concrete joint

Jenis ini mampu diterapkan di bagian-bagian beton pracetak :

- Balok dengan balok
- Kolom dengan kolom
- Pelat dengan balok

Mengecor pada titik di mana komponen ini bertemu adalah metode implementasi nya. coupler atau overlapping dapat digunakan dalam metode sambungan tulangan.

Metode penyambungan yang dijelaskan membutuhkan penempatan agregat ke dalam area yang membutuhkan pengikatan, diikuti dengan menggunakan

pompa hidrolik untuk menyuntikkan air dan semen ke dalam rongga agregat, sehingga mengisinya dengan air semen.

b. Sambungan kering

Sambungan kering digolongkan kedalam dua jenis yaitu :

1. Sambungan las

Konektor jenis ini memakai pelat baja yang tertanam dalam beton pracetak untuk memudahkan penyambungan. Kedua pelat tersebut kemudian dilas menjadi satu. Setelah proses pengelasan, lapisan mortar beton diaplikasikan pada pelat sambungan, yang berfungsi guna memproteksi pelat dari korosi.

2. Sambungan baut

Metode penyambungan ini melibatkan pemasangan pelat baja ke kedua elemen beton pracetak, tetapi alih-alih mengelas, baut digunakan untuk menghubungkan kedua komponen tersebut. Beton kemudian dituangkan di atas pelat yang terhubung untuk mencegah korosi.

TAHAP PENGEORAN

Pada proyek pembangunan gedung Pasar Besar Ngawi ini menggunakan beton ready mix untuk pengecoran overtopping pada beton pracetaknya. Sebelum dilakukan pengecoran, akan dilakukan uji slump dulu untuk mengetahui mutu beton yang di pesan sudah sesuai dengan kriteria atau belum. Setelah uji slump, dilakukan penyebaran atau pengecoran menggunakan concrete pump dan diratakan menggunakan vibrator agar beton menjadi lebih padat.

PEKERJAAN STRUKTUR.

Pekerjaan meliputi dua bagian atas bawah.

Struktur Bawah

Pekerjaan struktur bawah pada pembangunan gedung meliputi pekerjaan tanah, pekerjaan pondasi, dan pekerjaan pilecap dan sloof.

1. Pekerjaan Galian

Pekerjaan galian dilakukan dengan menggunakan alat Excavator, dan dump truck. Pekerjaan galian dilakukan sesuai dengan gambar rencana yang sebelumnya telah dilakukan pengukuran menggunakan waterpass dan theodolite hingga pada elevasi yang diinginkan. Meletakkan tanah sisa galian menggunakan dump truck ke tempat yang telah ditentukan. Mengecek kembali lebar, panjang, dan kedalaman galian sesuai dengan rencana.

2. Pekerjaan Pondasi

Ada dua jenis pondasi utama: dangkal dan dalam. Pondasi dangkal digunakan untuk struktur sederhana seperti rumah, sedangkan pondasi dalam digunakan untuk bangunan yang lebih tinggi dan struktur yang membutuhkan kedalaman lebih dari 3 meter. Ada dua jenis pondasi dalam, yaitu pondasi tiang pancang dan pondasi tiang bor. Pada proyek khusus ini, pondasi yang dipilih adalah pondasi tiang pancang karena kemampuannya untuk dipasang tanpa menimbulkan kebisingan atau getaran yang terutama penting di daerah padat penduduk. Tiang pancang didorong ke dalam tanah dan kemudian ditekan atau didorong menggunakan palu hidrolik untuk menyelesaikan proses pemasangan..

3. Pekerjaan Pilecap dan Sloof

Pekerjaan sloof dan pile cap diawali dengan pemotongan tiang pancang (pemancangan telah dilakukan hingga kedalaman tertentu sesuai dengan perencanaan). Selanjutnya, dimulai pemasangan bekisting. Pabrikasi tulangan sloof dan pile cap dilakukan secara manual di lokasi. Setelah itu dilakukan pengecoran.

STRUKTUR ATAS

Konstruksi atas mencangkup pengerjaan balok, kolom, pelat, dan tangga. Metode konvensional biasanya digunakan untuk konstruksi kolom, balok dan tangga, sedangkan metode precast half slab digunakan untuk pelat lantai. Proses membangun suprastruktur melibatkan langkah-langkah berikut :

a. Pekerjaan Pembesian

Besi diproduksi di lokasi atau langsung di lapangan. Prosesnya melibatkan dua langkah utama: pemotongan dan pembengkokan, yang dilakukan untuk mempercepat proses penanganan. Besi yang dipotong dan dibengkokkan kemudian diangkut ke tempat pemasangan dimana digunakan tower crane dan alat berat untuk mengangkat besi tersebut ke lantai atas.

b. Pekerjaan Bekisting

Dalam pekerjaan bekisting, alat tradisional seperti kayu lapis, rangka kayu lapis, dan balok kayu digunakan untuk menyiapkan bekisting sesuai dengan kebutuhan yang diantisipasi. Kerangka kerja bekisting harus melalui tiga tahap implementasi: keamanan, kekuatan dan fungsionalitas. Saat memasang bekisting balok penahan, aspek yang paling kritis adalah memasang sambungan di bawah sisi balok untuk mengurangi defleksi dan menahan tegangan beton saat dipasang pada sudut tumpul. Sebuah platform digunakan untuk menahan bekisting pelat di pangkalan.

c. Pekerjaan Pengecoran

Beton ready mix digunakan dalam pekerjaan pondasi bangunan ini. Sebelum memulai proses pengecoran, dilakukan uji slump untuk mengetahui kualitas beton dan memastikan memenuhi persyaratan yang dipersyaratkan. Jika diperlukan, campuran beton dapat digunakan, tetapi hanya setelah mendapat izin dari Konsultan atau Pengawas. Untuk menyebarkan beton digunakan Concrete Pump, dilanjutkan dengan penggetaran menggunakan vibrator untuk memadatkan beton.

METODE PENELITIAN

Penyusunan penjadwalan proyek menggunakan Network Planning. Metode Network Planning yang digunakan adalah Critical path Method (CPM). Selain itu, pekerjaan penjadwalan pada pembangunan juga menggunakan Barchart dan Kurva S.

Network Planning adalah hubungan ketergantungan antara bagian-bagian pekerjaan yang digambar dalam diagram network sehingga dapat diketahui pada area mana pekerjaan yang termasuk kedalam lintasan kritis dan harus diutamakan pelaksanaannya. Data yang diperlukan sebelum menyusun Network Planning adalah rincian item pekerjaan, urutan pekerjaan, durasi waktu penyelesaian pekerjaan, biaya pekerjaan, sumber tenaga, dan material yang digunakan.

Metode Network Planning ini dapat menjadikan pekerjaan konstruksi menjadi lebih efisien. Ada 2 jenis Network Planning yaitu Activity On Arrow (AOA) dan Activity On Node (AON). Critical Path Method (CPM) merupakan salah satu teknik penjadwalan Network planning yang termasuk ke dalam klasifikasi Activity On Arrow (AOA).

CPM adalah metode berdasarkan jaringan yang menggunakan keseimbangan waktu-biaya linear. Setiap kegiatan dapat diselesaikan lebih cepat dari waktu normalnya dengan cara memintas kegiatan untuk sejumlah biaya tertentu. Dengan demikian, jika waktu penyelesaian proyek tidak memuaskan, beberapa kegiatan tertentu dapat dipintas untuk dapat menyelesaikan proyek dengan waktu yang lebih sedikit. CPM sendiri memiliki kelebihan dapat memberikan tampilan grafis dari alur kegiatan sebuah proyek, lalu juga data memprediksi waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan sebuah proyek. Selain itu juga dapat menunjukkan alur kegiatan mana saja yang penting untuk diperhatikan dalam menjaga jadwal penyelesaian proyek.

Menurut Handoko (2000:404), dalam proses identifikasi jalur kritis ada beberapa istilah atau pengertian yang digunakan dalam CPM yaitu :

- Earliest Start Time (ES)

Waktu paling awal (tercepat) suatu kegiatan dapat dimulai, dengan memerhatikan waktu kegiatan yang diharapkan dan persyaratan urutan pengerjaan.

- Lates Start Time (LS)

Waktu paling lambat untuk dapat memulai suatu kegiatan tanpa penundaan keseluruhan proyek.

- Earliest Finish Time (EF)

Waktu paling awal kegiatan dapat diselesaikan, atau sama dengan ES + waktu kegiatan yang diharapkan.

- Lates Finish Time (LF)

Waktu paling lambat untuk dapat menyelesaikan suatu kegiatan tanpa penundaan penyelesaian proyek secara keseluruhan, atau sama dengan LS + waktu kegiatan yang diharapkan.

Adapun bentuk CPM tampak pada gambar berikut:



Gambar. 2. Bentuk CPM

KESEHATAN DAN KESELAMATAN KERJA (K3 KONSTRUKSI)

Menurut Mathis dan Jackson, peran ahli K3 (Keselamatan dan Kesehatan Kerja) adalah memastikan terciptanya kondisi kerja yang aman, mencegah gangguan kesehatan fisik dan mental melalui pendidikan dan pelatihan, mengelola dan melaksanakan tanggung jawab karyawan, serta mengawasi penyediaan bantuan sesuai dengan pedoman yang relevan dari instansi pemerintah dan organisasi tempat para ahli bekerja.

Risiko K3 konstruksi adalah ukuran kemungkinan kerugian terhadap keselamatan umum, harta benda, jiwa manusia dan lingkungan yang dapat timbul dari sumber bahaya tertentu yang terjadi pada pekerjaan konstruksi.

Dalam sebuah konstruksi, pelaksanaan K3 ini sangat penting dan harus dilakukan dengan benar oleh

semua pekerja proyek. Hal hal yang wajib dilakukan untuk menunjang keberhasilan K3 konstruksi yaitu :

- Pekerja menggunakan APD lengkap untuk menghindari terjadinya kecelakaan kerja
- Pendaftaran asuransi kerja setiap karyawan yang bekerja
- Menyusun safety plan
- Selalu melakukan pengawasan keselamatan
- Pengarahan tentang K3 pada pekerja
- Menyediakan alat alat penunjang keselamatan seperti alat pemadam kebakaran
- Selalu mengecek kondisi dari alat alat K3 secara rutin
- Memasang pengingat tentang pentingnya penggunaan APD.

METODE PELAKSANAAN

Pekerjaan Struktur Bawah Bangunan

Pekerjaan Struktur pada bagian bawah bangunan dibagi menjadi pekerjaan tanah, pekerjaan pondasi dan pekerjaan pilecap dan sloof.

a. Pekerjaan Galian Tanah

Pekerjaan ini dilakukan dengan alat berat berupa Excavator, dan dilanjutkan dengan dump truck. Pekerjaan ini dilakukan sesuai dengan gambar rencana yang sudah dilakukan pengukuran elevasi menggunakan waterpass dan theodolite. Lalu, Excavator menggali sesuai elevasi yang diinginkan dan hasil galian di angkut menggunakan dump truck ke tempat yang telah ditentukan. Mengecek kembali apakah hasil galian sudah sesuai dengan gambar rencana atau belum.

b. Pekerjaan Pondasi

Pada umumnya, pekerjaan ini di bagi menjadi 2 tipe yaitu pondasi dangkal dan pondasi dalam. Pondasi dangkal adalah pondasi yang biasa digunakan untuk bangunan sederhana seperti rumah tinggal. Sedangkan pondasi dalam merupakan jenis pondasi yang kedalamannya lebih dari 3 m. Pondasi dalam sendiri terdapat dua tipe yaitu pondasi tiang pancang dan pondasi bored pile. Pada proyek ini menggunakan pondasi tiang pancang. Tiang pancang yang digunakan pada proyek ini adalah tiang pancang berbentuk square dengan ukuran 30 cm dengan kedalaman 7 m dan 10 m. Berikut ini adalah langkah-langkah pemancangan.

1. Penentuan untuk titik pemancangan di lokasi proyek dan akan melahirkan output berupa koordinat.
2. Persiapan alat pancang di titik yang sudah ditentukan
3. Tiang pancang dijepit oleh penjepit tiang
4. Pengecekan posisi tegak lurus tiang pancang dengan titik pemancangan
5. Pekerjaan pemancangan di hentikan apabila telah sesuai dengan apa yang direncanakan.

c. Pekerjaan Pilecap dan Sloof

Pekerjaan sloof dan pile cap diawali dengan pemotongan tiang pancang (pemancangan telah dilakukan hingga kedalaman tertentu sesuai dengan perencanaan). Selanjutnya, dilanjutkan pemasangan bekisting. Pabrikasi tulangan sloof dan pile cap dilakukan secara manual di lokasi. Setelah itu dilanjutkan pengecoran.

Pekerjaan Struktur Atas Bangunan

Pekerjaan Kolom

Pekerjaan kolom pada proyek pasar besar ngawi ini menggunakan metode konvensional. Berikut adalah tahapan dalam mengerjakan elemen kolom

- Pengukuran Marking

Pekerjaan marking merupakan pekerjaan menentukan titik as kolom yang diperoleh dari hasil pengukuran dan pematokan di lapangan. Pekerjaan ini menggunakan alat berupa Theodolite dan dilakukan oleh surveyor. Pekerjaan Marking bertujuan agar posisi kolom sesuai dengan gambar dan kolom mempunyai posisi tegak lurus.

- Pembesian

Pada pekerjaan pembesian kolom dibagi menjadi 2 tahapan yaitu fabrikasi tulangan dan pemasangan tulangan.

- Fabrikasi Tulangan

Fabrikasi tulangan dilakukan di lokasi yang sama dengan proyek, namun di tempat yang berbeda. Untuk melakukan pekerjaan ini, pekerja diwajibkan bisa membaca gambar dengan teliti dan hati hati, ini disebabkan agar dapat memaksimalkan bahan yang ada dan tidak membuang bahan yang disediakan. Alat yang digunakan untuk mendukung pekerjaan ini adalah bar bender dan bar cutter. Setelah dilakukan fabrikasi maka dilanjutkan menuju perakitan tulangan kolom sesuai gambar yang direncanakan. Untuk pemasangan tulangan utama dengan tulangan sengkang menggunakan kawat bendrat.

- Pemasangan Tulangan

Setelah dilakukan perakitan atau fabrikasi tulangan kolom, dilakukan pemasangan tulangan kolom di posisi atau titik yang telah direncanakan. tulangan kolom diangkut menggunakan Tower Crane ke titik rencana untuk dipasang dan dipastikan posisinya sudah benar.

- Bekisting

Pada pekerjaan ini dibagi menjadi 2 tahapan, tahapan pertama yaitu fabrikasi bekisting dan yang kedua adalah pemasangan bekisting.

- Fabrikasi Bekisting

Fabrikasi bekisting dilakukan di tempat yang aman untuk pekerjaan kayu. Dalam pekerjaan ini terdiri dari pekerjaan menyatel dan mengolesi minyak. Bahan yang digunakan untuk bekisting adalah polywood 12 mm, paku, dan minyak bekisting.

- Pemasangan Bekisting

Pemasangan bekisting dilakukan setelah tulangan dari kolom sudah selesai di fabrikasi dan dipasang sesuai dengan titik yang ditentukan pada gambar. Posisi bekisting harus pas agar mendapatkan hasil pengecoran kolom yang diinginkan.

- Pengecoran

Pengecoran kolom dilakukan dengan bucket cor dan diangkat dengan tower crane. Tahap – tahap dalam pekerjaan pengecoran adalah sebagai berikut:

- a. Sebelum dilakukan pengecoran, kolom harus dilakukan pengecekan terlebih dahulu
- b. Setelah pengecekan selesai, pengecoran dilakukan dengan menggunakan bucket cor yang di hubungkan dengan pipa tremi. Bucket cor diangkut dengan menggunakan tower crane menuju kolom yang akan di cor.

- c. Untuk proses pemadatan, digunakan alat bernama concrete vibro untuk menghilangkan rongga udara beton, sehingga pemadatan akan berjalan maksimal.

- **Pembongkaran bekisting**

Pembongkaran bekisting kolom dilakukan setelah beton mencapai umur yang disyaratkan. Apabila pembongkaran bekisting dilakukan secara langsung maka akan menyebabkan beton cor runtuh atau tidak mencapai kekuatan yang ingin dicapai. Pembongkaran dilakukan secara hati-hati agar bekisting tidak rusak dan bisa digunakan untuk pekerjaan selanjutnya.

- **Pekerjaan Balok**

Pekerjaan balok pada proyek pasar besar ngawi ini menggunakan metode konvensional. Berikut adalah tahapan dalam mengerjakan elemen balok.

- **Pengukuran Marking**

Pekerjaan marking dilakukan oleh surveyor yang berpengalaman dengan tujuan untuk memastikan ketinggian balok dan plat memiliki elevasi yang sama. Untuk mengontrol hal tersebut, digunakan theodolite.

- **Pembesian**

Pada pekerjaan pembesian balok dibagi menjadi 2 tahapan yaitu fabrikasi tulangan dan pemasangan tulangan.

- **Fabrikasi Tulangan**

Fabrikasi tulangan dilakukan di lokasi yang sama dengan proyek, namun di tempat yang berbeda. Untuk melakukan pekerjaan ini, pekerja diwajibkan bisa membaca gambar dengan teliti dan hati-hati, ini disebabkan agar dapat memaksimalkan bahan yang ada dan tidak membuang bahan yang disediakan. Alat yang digunakan untuk mendukung pekerjaan ini adalah bar bender dan bar cutter. Setelah dilakukan fabrikasi maka dilanjutkan menuju perakitan tulangan balok sesuai gambar yang direncanakan. Untuk pemasangan tulangan utama dengan tulangan sengkang menggunakan kawat bendrat.

- **Pemasangan Tulangan**

Setelah dilakukan perakitan atau fabrikasi tulangan balok, dilakukan pemasangan tulangan balok di posisi atau titik yang telah direncanakan. Tulangan balok diangkut menggunakan Tower Crane ke titik rencana untuk dipasang dan dipastikan posisinya sudah benar.

- **Bekisting**

Pada pekerjaan ini dibagi menjadi 2 tahapan, tahapan pertama yaitu fabrikasi bekisting dan yang kedua adalah pemasangan bekisting.

- **Fabrikasi Bekisting**

Fabrikasi bekisting dilakukan di tempat yang aman untuk pekerjaan kayu. Dalam pekerjaan ini terdiri dari pekerjaan menyatel dan mengolesi minyak. Bahan yang digunakan untuk bekisting adalah polywood 12 mm, paku, dan minyak bekisting.

- **Pemasangan Bekisting**

Pemasangan bekisting dilakukan setelah tulangan dari balok sudah selesai di fabrikasi dan dipasang sesuai dengan titik yang ditentukan pada gambar. Posisi bekisting harus pas agar mendapatkan hasil pengecoran balok yang diinginkan.

- **Pengecoran**

Pengecoran balok dilakukan dengan Concrete Pump dan Tahap – tahap dalam pekerjaan pengecoran adalah sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukan pengecoran, balok harus dilakukan pengecekan terlebih dahulu
2. Setelah pengecekan selesai, pengecoran dilakukan dengan menggunakan concrete pump
3. Untuk proses pemadatan, digunakan alat bernama concrete vibro untuk menghilangkan rongga udara beton, sehingga pemadatan akan berjalan maksimal.

- **Pembongkaran bekisting**

Pembongkaran bekisting balok dilakukan setelah beton mencapai umur yang disyaratkan. Apabila pembongkaran bekisting dilakukan secara langsung maka akan menyebabkan beton cor runtuh atau tidak mencapai kekuatan yang ingin dicapai. Pembongkaran dilakukan secara hati-hati agar bekisting tidak rusak dan bisa digunakan untuk pekerjaan selanjutnya.

- **Pekerjaan Plat Lantai**

Pekerjaan plat lantai pada pembangunan pasar besar ngawi sebagian menggunakan metode konvensional. Berikut adalah tahapannya

- **Pengukuran Marking**

Pekerjaan marking dilakukan oleh surveyor yang berpengalaman dengan tujuan untuk memastikan ketinggian balok dan plat memiliki elevasi yang sama. Untuk mengontrol hal tersebut, digunakan theodolite.

- **Pembesian**

Pada pekerjaan pembesian balok dibagi menjadi 2 tahapan yaitu fabrikasi tulangan dan pemasangan tulangan.

- **Fabrikasi Tulangan**

Fabrikasi tulangan dilakukan di lokasi yang sama dengan proyek, namun di tempat yang berbeda. Untuk melakukan pekerjaan ini, pekerja diwajibkan bisa membaca gambar dengan teliti dan hati-hati, ini disebabkan agar dapat memaksimalkan bahan yang ada dan tidak membuang bahan yang disediakan. Alat yang digunakan untuk mendukung pekerjaan ini adalah bar bender dan bar cutter. Setelah dilakukan fabrikasi maka dilanjutkan menuju perakitan tulangan plat sesuai gambar yang direncanakan. Untuk pemasangan tulangan utama dengan tulangan sengkang menggunakan kawat bendrat.

- **Pemasangan Tulangan**

Setelah dilakukan perakitan atau fabrikasi tulangan plat lantai, dilakukan pemasangan tulangan plat lantai di posisi atau titik yang telah direncanakan. Tulangan plat lantai diangkut menggunakan Tower Crane ke titik rencana untuk dipasang dan dipastikan posisinya sudah benar.

- **Bekisting**

Pada pekerjaan ini dibagi menjadi 2 tahapan, tahapan pertama yaitu fabrikasi bekisting dan yang kedua adalah pemasangan bekisting.

- **Fabrikasi Bekisting**

Fabrikasi bekisting dilakukan di tempat yang aman untuk pekerjaan kayu. Dalam pekerjaan ini terdiri dari pekerjaan menyatel dan mengolesi minyak. Bahan yang digunakan untuk bekisting adalah polywood 12 mm, paku, dan minyak bekisting.

- **Pemasangan Bekisting**

Pemasangan bekisting dilakukan setelah tulangan dari plat lantai sudah selesai di fabrikasi dan dipasang sesuai dengan titik yang ditentukan pada gambar. Posisi bekisting harus

pas agar mendapatkan hasil pengecoran plat yang diinginkan.

- **Pengecoran**

Pengecoran balok dilakukan dengan Concrete Pump dan Tahap – tahap dalam pekerjaan pengecoran adalah sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukan pengecoran, plat lantai harus dilakukan pengecekan terlebih dahulu
2. Setelah pengecekan selesai, pengecoran dilakukan dengan menggunakan concrete pump
3. Untuk proses pemadatan, digunakan alat bernama concrete vibro untuk menghilangkan rongga udara beton, sehingga pemadatan akan berjalan maksimal.

- **Pembongkaran bekisting**

Pembongkaran bekisting plat lantai dilakukan setelah beton mencapai umur yang disyaratkan. Apabila pembongkaran bekisting dilakukan secara langsung maka akan menyebabkan beton cor runtuh atau tidak mencapai kekuatan yang ingin dicapai. Pembongkaran dilakukan secara hati hati agar bekisting tidak rusak dan bisa digunakan untuk pekerjaan selanjutnya.

Pekerjaan Tangga

Pekerjaan tangga pada proyek pasar besar ngawi ini menggunakan metode konvensional. Berikut adalah tahapan dalam mengerjakan elemen tangga.

- **Pengukuran Marking**

Pekerjaan marking dilakukan oleh surveyor yang berpengalaman dengan tujuan untuk memastikan kemiringan tangga. Selain itu juga untuk menentukan tinggi injakan.

- **Pembesian**

Pada pekerjaan pembesian tangga dibagi menjadi 2 tahapan yaitu fabrikasi tulangan dan pemasangan tulangan.

- **Fabrikasi Tulangan**

Fabrikasi tulangan dilakukan di lokasi yang sama dengan proyek, namun di tempat yang berbeda. Untuk melakukan pekerjaan ini, pekerja diwajibkan bisa membaca gambar dengan teliti dan hati hati, ini disebabkan agar dapat memaksimalkan bahan yang ada dan tidak membuang bahan yang disediakan. Alat yang digunakan untuk mendukung pekerjaan ini adalah bar bender dan bar cutter. Setelah dilakukan fabrikasi maka dilanjutkan menuju perakitan tulangan plat sesuai gambar yang direncanakan. Untuk pemasangan tulangan utama dengan tulangan sengkang menggunakan kawat bendrat.

- **Pemasangan Tulangan**

Setelah dilakukan perakitan atau fabrikasi tulangan tangga dilakukan pemasangan tulangan tangga di posisi atau titik yang telah direncanakan. tulangan tangga diangkut menggunakan Tower Crane ke titik rencana untuk dipasang dan dipastikan posisinya sudah benar.

- **Bekisting**

Pada pekerjaan ini dibagi menjadi 2 tahapan, tahapan pertama yaitu fabrikasi bekisting dan yang kedua adalah pemasangan bekisting.

- **Fabrikasi Bekisting**

Fabrikasi bekisting dilakukan di tempat yang aman untuk pekerjaan kayu. Dalam pekerjaan ini terdiri dari pekerjaan menyatel dan mengolesi minyak. Bahan yang digunakan

untuk bekisting adalah polywood 12 mm, paku, dan minyak bekisting.

- **Pemasangan Bekisting**

Pemasangan bekisting dilakukan setelah tulangan dari tangga sudah selesai di fabrikasi dan dipasang sesuai dengan titik yang ditentukan pada gambar. Posisi bekisting harus pas agar mendapatkan hasil pengecoran tangga yang diinginkan.

- **Pengecoran**

Pengecoran tangga dilakukan dengan Concrete Pump. Tahap – tahap dalam pekerjaan pengecoran adalah sebagai berikut:

1. Sebelum dilakukan pengecoran, tangga harus dilakukan pengecekan terlebih dahulu
2. Setelah pengecekan selesai, pengecoran dilakukan dengan menggunakan concrete pump
3. Untuk proses pemadatan, digunakan alat bernama concrete vibro untuk menghilangkan rongga udara beton, sehingga pemadatan akan berjalan maksimal.

- **Pembongkaran bekisting**

Pembongkaran bekisting tangga dilakukan setelah beton mencapai umur yang disyaratkan. Apabila pembongkaran bekisting dilakukan secara langsung maka akan menyebabkan beton cor runtuh atau tidak mencapai kekuatan yang ingin dicapai. Pembongkaran dilakukan secara hati hati agar bekisting tidak rusak dan bisa digunakan untuk pekerjaan selanjutnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Campuran Paving Blok

No	Tipe HS	Volume (Buah)
1	Tipe A	836
2	Tipe B	11
3	Tipe C	76

Pekerjaan pemasangan precast halfslab ini dilakukan dengan menggunakan tower crane dan di pandu atau dibantu oleh 1 grup pekerja yang terbagi di tempat penumpukan dan tempat pemasangan. Berikut ini merupakan contoh perhitungan dari pemasangan precast halfslab lantai 1.

- **Spesifikasi tower crane**

Kecepatan hoisting pergi	= 80 m/menit
Kecepatan hoisting pulang	=120 m/menit
Kecepatan slewing	=252°/menit
Kecepatan trolley pergi	= 25 m/menit
Kecepatan trolley pulang	= 50 m/menit
Kecepatan landing pergi	= 80 m/menit
Kecepatan landing pulang	=120 m/menit

- **Perhitungan waktu pengangkatan**

Perhitungan waktu pengangkatan meliputi waktu pergi dan waktu kembali. Masing masing waktu itu meliputi hoisting, slewing, trolley, dan landing.

- **Perhitungan waktu pergi**

Hoisting mekanisme angkat jarak = elevasi lantai precast = 5 m

Waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat plat half slab yaitu:

$$\text{Hoisting} = \text{jarak/kecepatan} = (5 \text{ m}) / (80 \text{ m/menit}) = 0.0625 \text{ menit}$$

Slewing atau mekanisme putar

Jarak = sudut yang di hasilkan lokasi penumpukan dan lokasi pemasangan
= 19°

Waktu yang dibutuhkan untuk memutar yaitu :

Slewing = jarak/kecepatan = $(19^\circ)/(252 \text{ m/menit})$
= 0.075 menit

Trolley atau mekanisme geser

Jarak = selisih jarak TC ke lokasi penumpukan dan lokasi pemasangan
= 34.5 m

Waktu yang dibutuhkan untuk geser yaitu :

Trolley = jarak/kecepatan = $(34.5 \text{ m})/(25 \text{ m/menit})$
= 1.35 menit

Landing atau mekanisme turun

Jarak = diasumsikan turun 5 m untuk ke titik pasang
= 5 m

Waktu yang dibutuhkan untuk turun yaitu :

Landing = jarak/kecepatan = $(5 \text{ m})/(80 \text{ m/menit})$
= 0.0625 menit

Jadi, sehingga waktu total pergi adalah 1,5500 menit

- Perhitungan waktu Kembali

Hoisting mekanisme angkat jarak = elevasi lantai precast
= 5 m

Waktu yang dibutuhkan untuk mengangkat plat half slab yaitu:

Hoisting = jarak/kecepatan = $(5 \text{ m})/(80 \text{ m/menit})$
= 0.0625 menit

Slewing atau mekanisme putar

Jarak = sudut yang di hasilkan lokasi penumpukan dan lokasi pemasangan
= 19°

Waktu yang dibutuhkan untuk memutar yaitu :

Slewing = jarak/kecepatan = $(19^\circ)/(252 \text{ m/menit})$
= 0.075 menit

Trolley atau mekanisme geser

Jarak = selisih jarak TC ke lokasi penumpukan dan lokasi pemasangan
= 34.5 m

Waktu yang dibutuhkan untuk geser yaitu :

Trolley = jarak/kecepatan = $(34.5 \text{ m})/(50 \text{ m/menit})$
= 0.69 menit

Landing atau mekanisme turun

Jarak = diasumsikan turun 5 m untuk ke titik pasang
= 5 m

Waktu yang dibutuhkan untuk turun yaitu :

Landing = jarak/kecepatan = $(5 \text{ m})/(120 \text{ m/menit})$
= 0.04167 menit

Jadi, sehingga waktu total pergi adalah 0,86917 menit

Kebutuhan waktu total 1 titik selain waktu pergi dan waktu kembali, terdapat waktu bongkar dan pasang. Waktu bongkar dan pasang diasumsikan sebesar 5 menit. Sehingga kebutuhan waktu total pemasangan precast halfslab yaitu sebesar 7.345 menit. Karena dalam 1 titik terdapat 3 panel, waktu pemasangannya menjadi 22, 035 menit untuk 1 titik yang terdiri dari 3 panel, dengan luasan sebesar 6165,75 m² maka durasi pemasangan dari Half Slab adalah selama 1,86 minggu.

- Perhitungan Biaya Half Slab

Biaya bahan dan material

No.	Tipe HS	Volume	Harga Satuan	Harga
1	Tipe A	836 buah	Rp. 1.250.000	Rp. 1.045.000.000
2	Tipe B	11 buah	Rp. 885.450	Rp. 9.739.950
3	Tipe C	76 Buah	Rp. 657.000	Rp. 49.932.000
Total				Rp. 1.104.671.950

Upah pekerja Mandor

= pekerja x durasi x harga = 1 orang x 14 hari x Rp. 110.000
= Rp. 1.530.000

Upah pekerja Tukang

= pekerja x durasi x harga = 3 orang x 14 hari x Rp. 85.000
= Rp. 3.570.000

Upah pekerja Pembantu Tukang

= pekerja x durasi x harga = 3 orang x 14 hari x Rp. 70.680
= Rp. 2.968.560

Total biaya yang di perlukan untuk pemasangan precast halfslab pada lantai 1 adalah sebesar Rp. 2.373.944.160

KESIMPULAN

- Perbandingan Manajemen Konstruksi

Merujuk perbandingan penggunaan metode pengecoran plat lantai 1 menggunakan plat konvensional dengan metode half slab pada Microsoft project (hasil terlampir) terdapat pengurangan lintasan kritis pada 5 pekerjaan.

- Perbandingan durasi dan biaya

Rencana anggaran biaya pelaksanaan yang dibutuhkan dalam pelaksanaan struktur beton plat konvensional pada proyek pembangunan Pasar Besar Ngawi adalah Rp 978.210.970 dengan durasi pekerjaan selama 42 hari sedangkan biaya plat dengan Halfslab adalah Rp 1.475.382.334 dengan durasi pekerjaan selama 35 hari.

Variabel	Konvensional	Half Slab
Waktu	42 Hari	35 hari
Biaya	Rp. 978.210.970	Rp. 1.475.382.334
Lintasan Kritis	19 Pekerjaan	14 Pekerjaan

DAFTAR PUSTAKA

- Soedrajat. (1994). Analisa (cara modern) anggaran biaya pelaksanaan. Bandung: Penerbit Nova.
- PCI Design Handbook Precast and Presstressed Concrete 7 th. (2010). USA.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2013). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. (SNI 03-2847-2019). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Departemen Pekerjaan Umum. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. (SNI 03-2847-2019). Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No. 05/2014, Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan Dan Kesehatan Kerja (SMK3) Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum, Jakarta, 2014.
- I. Rochmanhadi, Perhitungan Biaya Pelaksanaan Pekerjaan dengan Menggunakan Alat-Alat Berat, Jakarta: Badan Penerbit Pekerjaan Umum, 1984.
- Sastradmaja, A. Soedrajat. (1984). Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan. Bandung: Nova.