

Perhitungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Proyek Pembangunan Merial Tower 10 Lantai Rs. Pelni Jakarta Menggunakan *Aluminium Formwork*

Achmad Amartya Kholili dan Akhmad Yusuf Zuhdy
Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
e-mail: yusuf_zuhdy@ce.its.ac.id

Abstrak—Proyek konstruksi merupakan suatu kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas dengan sumber daya yang beragam. Oleh karena itu, pengerjaan proyek membutuhkan manajemen konstruksi untuk membantu pengaturan sumber daya yang efektif dan efisien. Proyek akhir ini merencanakan manajemen konstruksi pada Proyek Pembangunan Merial Tower RS. Pelni yang terletak di Jl. K.S. Tubun No.92 - 94, RT.13/RW.1, Slipi, Kec. Palmerah, Kota Jakarta Barat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta. Proyek akhir ini merencanakan pekerjaan struktur 10 lantai hunian menggunakan *aluminium formwork* mulai lantai 2 sampai lantai 10. Hal tersebut dilakukan karena proyek memiliki lantai tipikal serta dapat mempercepat pekerjaan struktur. Penyusunan proyek akhir dimulai dari mengidentifikasi item pekerjaan kemudian menghitung volume dan produktivitas. Perhitungan tersebut akan menentukan durasi item pekerjaan yang selanjutnya digunakan untuk menyusun penjadwalan. Penjadwalan mengaplikasikan program bantu *Microsoft Project*. Penjadwalan menggunakan *Precedence Diagram Method* dengan mengaplikasikan program bantu *Microsoft Project*. Hasil analisa perhitungan waktu diperoleh selama 79 hari kerja dan biaya pelaksanaan sebesar Rp53.462.886.715,46.

Kata Kunci—Estimasi Waktu, Estimasi Biaya, *Microsoft Project*, Penjadwalan.

I. PENDAHULUAN

PESATNYA perkembangan dan kebutuhan infrastruktur menuntut kegiatan proyek konstruksi yang semakin masif. Proyek konstruksi sendiri merupakan suatu kegiatan yang berlangsung dalam jangka waktu terbatas dengan sumber daya yang beragam [1]. Proyek konstruksi juga membutuhkan akurasi estimasi dari awal proyek hingga penyelesaian proyek. Namun, estimasi dan pengendalian sumber daya dalam proyek konstruksi seringkali tidak dilaksanakan secara efektif, sehingga mengakibatkan pemborosan material dan alat. Selain itu, pengerjaan proyek yang kurang teratur akan menyebabkan waktu dan biaya yang keluar bertambah dari anggaran awal (overtime) sehingga perusahaan dapat terkena pinalti dari perjanjian yang telang disepakati dari kontrak awal [2].

Oleh karena itu, pekerjaan proyek membutuhkan manajemen konstruksi untuk membantu mengelola sumber daya yang efektif dan efisien. Penyelesaian suatu proyek konstruksi harus memenuhi pada tiga kendala (*triple constraint*): sesuai spesifikasi yang ditentukan, sesuai waktu, dan biaya yang direncanakan [3]. Proyek akhir ini mengambil topik manajemen konstruksi yang berfokus pada perencanaan metode pelaksanaan, perhitungan waktu, penjadwalan, dan anggaran biaya pelaksanaan pada konstruksi.

Konstruksi beton *high-rise building* memiliki tiga komponen utama yang mempengaruhi keberhasilan

pekerjaan struktur. Ketiga komponen tersebut adalah campuran beton, penulangan, dan bekisting [4]. Proyek akhir ini merencanakan penggantian komponen pada salah satu metode pelaksanaan, yaitu komponen bekisting.

Penggunaan *aluminium formwork* menggantikan jenis bekisting yang sebelumnya, yaitu bekisting sistem dan semi sistem. *Aluminium formwork* merupakan bekisting berbentuk modul *puzzle* yang lebih ringan dari bekisting baja. Seluruh komponennya terbuat dari aluminium dan fabrikasi dilakukan di pabrik. Bekisting jenis ini dapat digunakan berulang hingga 150-200 kali sehingga cocok untuk konstruksi *high-rise building* lantai tipikal [5].

Proyek akhir ini merencanakan penggunaan *aluminium formwork* mulai lantai 2 hingga lantai 10 untuk struktur kolom, *shearwall*, balok, pelat, dan tangga

Setelah mengidentifikasi item pekerjaan, selanjutnya adalah perhitungan volume dan produktivitas. Perhitungan ini akan menentukan durasi pekerjaan dengan cara membagi volume dengan produktivitas. Pengolahan data mengacu pada buku Analisa (cara modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan dan Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No 28/PRT/M/2016.

Penjadwalan proyek menggunakan *Precedence Diagram Method (PDM)* dengan program bantu *Microsoft Project* untuk mengetahui lintasan kritis aktivitas proyek. Perhitungan anggaran biaya mengacu pada harga satuan daerah dan survei lapangan.

Hasil proyek akhir ini berupa metode pelaksanaan, waktu total pelaksanaan, penjadwalan proyek, dan biaya total pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Merial Tower RS. Pelni Jakarta

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Uraian Umum

Manajemen konstruksi adalah perencanaan, pelaksanaan, pengendalian, dan koordinasi suatu proyek dari awal (gagasan) hingga berakhirnya suatu proyek [3]. Manajemen konstruksi akan memudahkan pengelolaan segala bentuk sumber daya yang ada untuk menjamin pelaksanaan proyek secara tepat waktu, tepat biaya, dan tepat mutu.

Susunan tiap-tiap item pekerjaan memiliki hubungan ketergantungan di dalamnya. Item pekerjaan yang kritis akan menentukan jalannya pekerjaan berikutnya. Oleh karena itu, perlu penjadwalan yang rinci dan runtut untuk mengetahui waktu paling efektif dalam penyelesaian proyek konstruksi. Pada penjadwalan perlu dilakukan pengendalian yang berfokus pada sumber daya baik peralatan dan tenaga kerjanya.



Gambar 1. Bagan alir pekerjaan balok.



Gambar 2. Bagan alir pekerjaan pelat.

Pembahasan pada tinjauan pustaka meliputi metode pelaksanaan, rumus perhitungan volume, rumus perhitungan durasi, spesifikasi alat berat dan alat penunjang, uraian rencana anggaran biaya pelaksanaan, uraian penjadwalan proyek, pengendalian mutu, SMK3L, dan referensi literatur.

B. Item Pekerjaan Struktur Atas

Penyusunan proyek akhir ini berfokus pada perhitungan waktu dan biaya pekerjaan struktur atas yang meliputi kolom, *shearwall*, dan pelat. Penjelasan uraian tiap item pekerjaan adalah sebagai berikut:

1) Pekerjaan Balok

Urutan pekerjaan balok umumnya terdiri dari fabrikasi tulangan, pemasangan bekisting, pemasangan tulangan, pengecoran, dan pembongkaran bekisting. Gambar 1 adalah penggambaran aktivitas pekerjaan balok.

2) Pekerjaan Pelat

Urutan pekerjaan pelat umumnya terdiri dari fabrikasi tulangan, pemasangan bekisting, pemasangan tulangan, pengecoran, dan pembongkaran bekisting. Gambar 2 adalah penggambaran aktivitas pekerjaan Pelat.

3) Pekerjaan Kolom

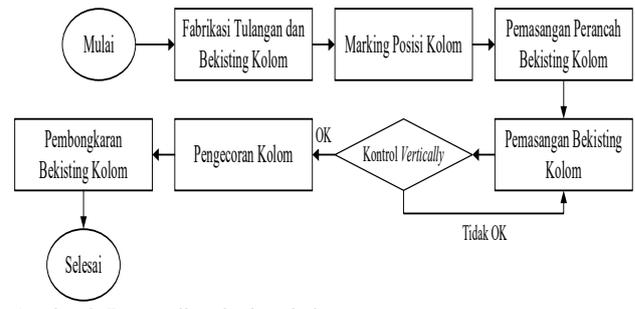
Urutan pekerjaan kolom umumnya terdiri dari fabrikasi tulangan, pemasangan tulangan, pemasangan bekisting, pengecoran, dan pembongkaran bekisting. Gambar 3 adalah penggambaran aktivitas pekerjaan kolom.

4) Pekerjaan Shearwall

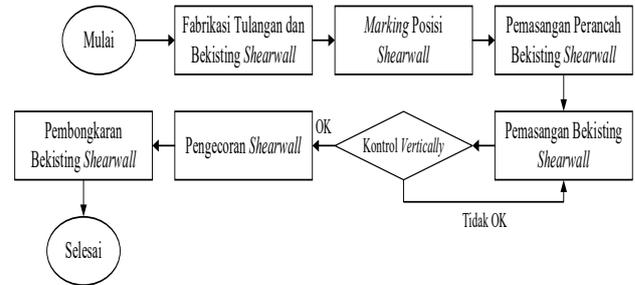
Urutan pekerjaan *shearwall* umumnya terdiri dari fabrikasi tulangan, pemasangan tulangan, pemasangan bekisting, pengecoran, dan pembongkaran bekisting. Gambar 4 adalah penggambaran aktivitas pekerjaan *shearwall*.

5) Pekerjaan Tangga

Urutan pekerjaan Tangga umumnya terdiri dari fabrikasi tulangan, pemasangan tulangan, pemasangan bekisting,



Gambar 3. Bagan alir pekerjaan kolom.



Gambar 4. Bagan alir pekerjaan *shearwall*.

pengecoran, dan pembongkaran bekisting. Gambar 5 adalah penggambaran aktivitas pekerjaan Tangga.

C. Bekisting Aluminium Formwork

Aluminium Formwork merupakan salah satu jenis perkembangan teknologi baru pada bidang konstruksi utamanya dari sistem bekisting. Bekisting ini berbentuk *puzzle* yang lebih ringan karena bahan yang digunakan adalah *aluminium*. Bekisting jenis ini dapat digunakan berulang mulai 150 – 200 kali sehingga dapat mengurangi pengeluaran biaya yang dibutuhkan untuk membeli bahan bekisting. Metode ini akan sangat cocok bila digunakan pada struktur pelat atau lantai yang tipikal. Metode *Aluminium Formwork* ini mempunyai beberapa keunggulan dan keuntungan. Diantaranya sebagai berikut.

1) Kecepatan

Dalam melakukan perakitan atau pemasangan bekisting dapat dilakukan dengan sangat cepat karena bentuk bekisting yang menyerupai *puzzle* dapat memudahkan proses pemasangan. selain itu, kecepatan pemasangan secara *floor to floor* dapat ditempuh dalam waktu 4 - 6 hari dengan tenaga kerja yang minim.

2) Green Concept

Dengan bahan yang terbuat dari *aluminium*, tidak akan menghasilkan banyaknya sampah tertinggal seperti halnya menggunakan bahan kayu. Penggunaan bekisting ini dapat dipakai hingga 200 kali karena materialnya yang sangat halus supaya tidak lengket dengan beton. Dan juga bahan *aluminium* ini merupakan salah satu konsep *renewable energy* (didaur ulang kembali).

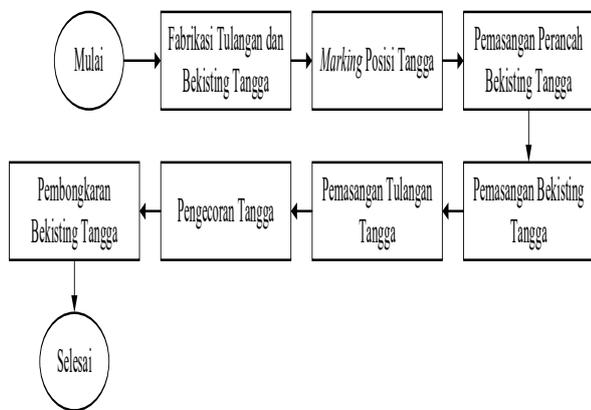
3) Kualitas/Hasil

Dengan adanya *Green Concept* pada keunggulan sebelumnya memberikan efek yang sangat baik karenakualitas yang dihasilkan sangat baik. Mulai dari sambungan antar panel yang konsisten, kepala kolom yang sangat rapi bisa dipastikan bahwa hasil dari bekisting ini sangat presisi.

Tabel 1.

Perbedaan Bekisting Aluminium Formwork dan Konvensional

Variable	Aluminium	Konvensional
Kecepatan	5 – 7 hari (<i>Floor to floor</i>)	7 – 8 hari (<i>Floor to floor</i>)
Mutu (Qualitas)	Beton Rapi/Halus	Beton Kurang Rapi/Halus
Limbah (Waste) Reusable	Bahan Utama Tidak Menghasilkan Sampah 150 – 200 kali	Banyak Sampah Kayu 4 – 6 kali
Pelaksanaan	a. Harus Sesuai Perencanaan	a. Fleksibel – Pemindahan
	b. Satu Kesatuan Dinding Tangga	b. Di Daerah Tangga Tertinggal
Manpower	Tidak Membutuhkan Keterampilan Khusus (40-50 orang/100 m ²)	Harus ada Ahli Kayu dan Gergaji (70-80 orang/1000m ²)
Dinding Luar (Facade)	Cor <i>In-situ</i>	Menggunakan <i>Pre-Cast</i>



Gambar 5. Bagan alir pekerjaan tangga.

Dalam Proyek Akhir ini pekerjaan bekisting akan dilakukan dengan menggunakan metode *Aluminium Formwork*. Bekisting *aluminium* ini digunakan pada elemen kolom, *shearwall*, balok, dan pelat. Bekisting ini mempunyai banyak keunggulan dibandingkan dengan bekisting konvensional. Tabel 1 merupakan perbedaan bekisting *aluminium* dan konvensional.

D. Perhitungan Volume

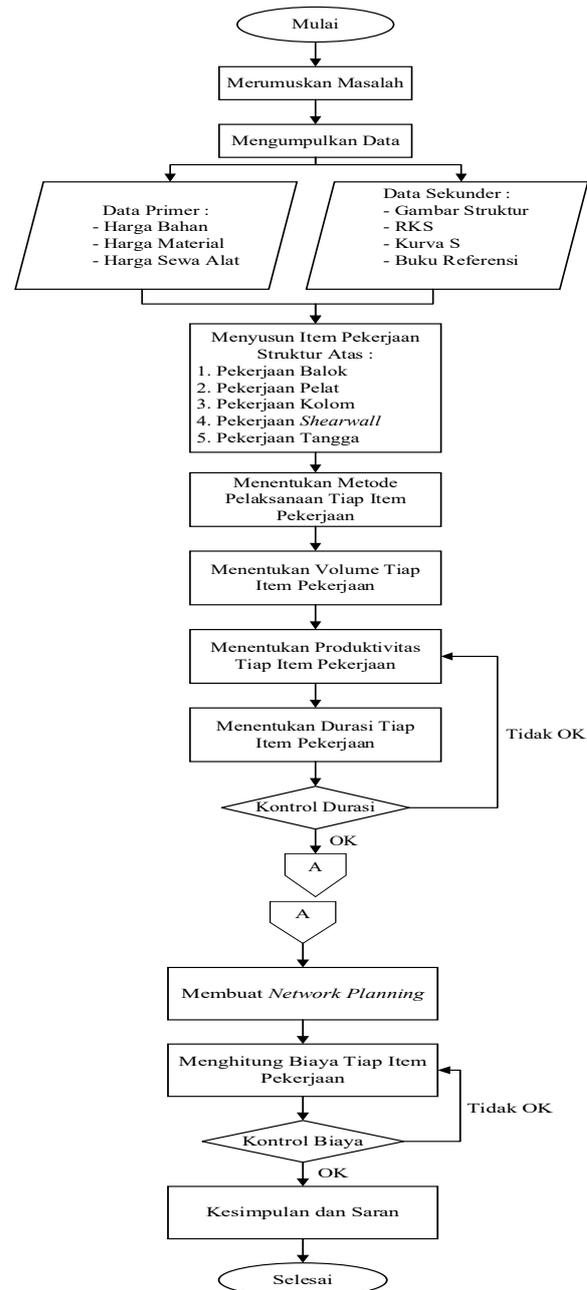
Perhitungan volume mengacu pada gambar kerja proyek. Setelah memperoleh hasil volume, selanjutnya dapat menghitung kebutuhan durasi dan biaya untuk suatu item pekerjaan.

E. Perhitungan Tenaga Kerja

Jumlah tenaga kerja maksimal untuk tiap-tiap item pekerjaan berdasarkan pada koefisien HSPK Jakarta 2020

F. Perhitungan Durasi

Durasi pekerjaan pembesian meliputi durasi memotong, membuat bingkokan, kaitan, dan memasang tulangan. Sebelum menghitung durasi, perlu dilakukan perhitungan produktivitas. Durasi pekerjaan bekisting meliputi durasi menyetel, memasang, membongkar, membersihkan, dan memperbaiki. Sebelum menghitung durasi, perlu dilakukan perhitungan produktivitas. Durasi pengecoran dipengaruhi oleh metode pelaksanaan pekerjaan pengecoran. Tabel 1



Gambar 6. Flowchart metodologi.

merupakan perhitungan durasi pengecoran menggunakan *concrete Pump* dan *tower crane*.

G. Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan

Rencana Anggaran Pelaksanaan berperan untuk ketepatan estimasi suatu proyek konstruksi. Berdasarkan buku Analisa, terdapat tiga hal pokok dalam menghitung biaya, yaitu [6]:

Biaya Material Meliputi perhitungan penggunaan material dan harganya. Harga material secara umum terdiri dari jumlah, ukuran, dan berat yang sudah termasuk biaya angkutan, biaya menaikkan dan menurunkan, pengepakan, penyimpanan sementara di gudang, pemeriksaan kualitas dan asuransi

$$Biaya = Volume \times Harga \text{ Material}$$

Biaya Pekerja sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti durasi pekerjaan (panjangnya jam kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu jenis pekerjaan),

Tabel 2.
Rincian Biaya Tiap Lantai Bekisting *Aluminium Formwork*

Uraian Pekerjaan	Jumlah Harga
1 Struktur Lantai 2	Rp 4.997.436.668,58
2 Struktur Lantai 3	Rp 5.803.669.445,61
3 Struktur Lantai 4	Rp 6.162.936.912,19
4 Struktur Lantai 5	Rp 6.162.936.912,19
5 Struktur Lantai 6	Rp 5.749.091.103,14
6 Struktur Lantai 7	Rp 5.749.091.103,14
7 Struktur Lantai 8	Rp 5.749.091.103,14
8 Struktur Lantai 9	Rp 5.749.091.103,14
9 Struktur Lantai 10	Rp 6.204.035.235,13
10 K3 Kontruksi	Rp 523.273.795,86
11 Sewa Tower Crane	Rp 612.233.333,33
Total	Rp 53.462.886.715,46

kondisi lokasi pekerjaan, keterampilan dan keahlian pekerja yang bersangkutan.

$$Biaya = Durasi \times Upah \times Jumlah Pekerja$$

Biaya Peralatan Macam-macam jenis peralatan yang diperlukan dalam pekerjaan konstruksi terdiri atas bangunan-bangunan sementara, mesin-mesin dan alat-alat tangan (tools).

Perhitungan biaya peralatan konstruksi mengacu pada jenis dan banyaknya peralatan yang dipakai dan biayanya. Biaya peralatan termasuk biaya sewa, pengangkutan, pemasangan alat, memindahkan, membongkar, dan biaya operasi.

$$Biaya = Durasi \times Harga Sewa \times Jumlah Alat$$

H. Penjadwalan

Penjadwalan atau scheduling adalah pengalokasian waktu yang tersedia untuk melaksanakan masing-masing pekerjaan dalam rangka menyelesaikan suatu proyek hingga tercapai hasil optimal dengan mempertimbangkan keterbatasan-keterbatasan yang ada.

Jaringan kerja merupakan metode yang dianggap mampu menyuguhkan teknik dasar dalam menentukan urutan waktu dan kurun waktu kegiatan proyek. Selain itu, dapat dipakai memperkirakan waktu penyelesaian proyek secara keseluruhan.

Penjadwalan *Work Breakdown Structure* (WBS) adalah teknik pemecahan atau pembagian pekerjaan kedalam bagian yang lebih kecil atau menjadi lebih detail. Hal ini dimaksudkan agar proses perencanaan proyek memiliki tingkat yang lebih baik

Penjadwalan Metode PDM (*Precedence Diagram Method*) dengan penggunaan aplikasi *Microsoft Project* untuk penjadwalan proyek. Metode PDM merupakan klasifikasi *Activity on Node (AoN)* yang menitikberatkan kegiatan pada node. AoN menampilkan kegiatan pada node berbentuk kotak dan anak panah menunjukkan hubungan *logs* antar kegiatan [7].

Pada kotak node umumnya berisikan hal berikut: (1) Durasi. (2) Nomor kegiatan atau aktivitas. (3) Deskripsi aktivitas. (4) ES (*Early Start*), EF (*Early Finish*), LS (*Late Start*), dan LF (*Late Finish*). (5) Float yang terjadi.

III. METODOLOGI

A. Perumusan Masalah

Tahap awal sebelum mulai menulis proyek akhir adalah merumuskan masalah. Merumuskan masalah merupakan

rangkaian kegiatan sebelum memulai pengumpulan dan pengolahan data. Tahap ini merumuskan susunan poin-poin penting agar pembahasan menjadi lebih jelas dan terarah.

B. Pengumpulan Data

Tahap ini dilakukan setelah merumuskan masalah tersusun. Penyelesaian tugas akhir ini membutuhkan data primer (meliputi wawancara lapangan dan observasi lapangan, seperti spesifikasi alat berat, harga material, harga sewa alat, dan lain-lain) serta data sekunder (meliputi gambar kerja, buku referensi, brosur, internet, dan peraturan Standar Nasional Indonesia).

C. Pengolahan Data

Setelah mendapatkan data-data yang diperlukan, selanjutnya adalah memulai pengolahan data untuk mencapai tujuan dari proyek akhir ini. Tahapan pengolahan data yaitu (1) Menyusun dan mengelompokkan tiap item pekerjaan. (2) Mementukan metode pelaksanaan tiap item pekerjaan. (3) Menghitung volume tiap item pekerjaan. (4) Menghitung produktivitas tiap item pekerjaan. (5) Menghitung durasi tiap item pekerjaan. (6) Mengontrol durasi dengan tolak ukur proyek eksisting. (7) Membuat *network planning*. (8) Mengitung biaya tiap item pekerjaan. (9) Mengontrol biaya dengan tolak ukur proyek eksisting. (10) Menghitung bobot tiap item pekerjaan

D. Pembuatan Kesimpulan

Dari hasil pengolahan dan analisis data, didapatkan waktu dan biaya pelaksanaan proyek berdasarkan metode bekisting *Aluminium Formwork*.

E. Flowchart

Gambar 6 adalah flowchart proses penulisan proyek akhir.

IV. METODE PELAKSANAAN PERKERJAAN

A. Pelaksanaan Metode Bekisting Aluminium

Pekerjaan balok, plat, dan tangga meliputi:

1) Fabrikasi Tulangan Balok, Plat, Dan Tangga

Fabrikasi tulangan meliputi pembekokan dan pemotongan besi tulangan. Pekerjaan ini dapat menggunakan alat bantu bar bender dan bar cutter.

2) Marking Posisi Balok, Plat, dan Tangga

Posisi balok, plat, dan tangga harus telah ditandai sesuai gambar kerja. *Marking* dapat dilakukan dengan alat bantu teodolit dan rol meter.

3) Pemasangan Bekisting Balok, Plat, dan Tangga

Sebelum dipasang, permukaan bekisting diberi olesan minyak bekisting, agar beton tidak menempel. Pemasangan panel-panel bekisting. *Aluminium* untuk balok, plat, dan tangga beserta prop head. Panel-panel bekisting dikunci dengan wedge & round pin hingga rapat. Prop head kemudian ditumpu oleh pipe support. Ketinggian pipe support diatur sesuai rencana, lalu dikunci.

4) Pemasangan Tulangan Balok, Plat, dan Tangga

Tulangan balok, plat, dan tangga diangkat menuju tempat pemasangan menggunakan tower crane. Tulangan dipasang dengan dimensi dan jarak sesuai gambar kerja.

Setiap jarak 1 meter, dipasang beton decking sebagai pengatur tebal selimut beton atau posisi tulangan terhadap bekisting.

5) Pengecoran Beton Balok, Plat, dan Tangga

Sebelum pengecoran dimulai, perlu dilakukan slump test dan pembuatan benda uji dari beton pada truk mixer. Mutu beton ready mix yang akan digunakan harus sesuai dengan spesifikasi rencana. Pengecoran dilakukan menggunakan concrete bucket dan pipa tremi dengan bantuan tower crane. Campuran beton yang dituangkan ke bekisting, langsung dipadatkan menggunakan concrete vibrator, agar tidak ada ronggarongga udara dan beton dapat memadat dengan maksimal. Tahap terakhir adalah meratakan permukaan campuran beton agar beton yang dihasilkan bagus.

6) Pembongkaran Bekisting Balok, Plat, dan Tangga

Ketika beton sudah mengeras, bekisting bisa dibongkar, dengan mengendurkan wedge & round pin yang mengunci bekisting. Pembongkaran bekisting harus dilakukan secara hati-hati.

Pekerjaan kolom dan *shearwall* meliputi:

1) Fabrikasi Tulangan Kolom dan Shearwall

Fabrikasi tulangan meliputi pembekokan dan pemotongan besi tulangan. Pekerjaan ini dapat menggunakan alat bantu bar bender dan bar cutter.

2) Marking Posisi Balok, Plat, dan Tangga

Garis as kolom dan *shearwall* harus telah ditandai sesuai gambar kerja. Kemudian dibuat garis kontrol sebagai pedoman dimensi dan pemasangan bekisting kolom dan *shearwall*. Marking dapat dilakukan dengan alat bantu seperti teodolit dan rol meter.

3) Pemasangan Tulangan Kolom dan Shearwall

Tulangan kolom dan *shearwall* diangkat menuju tempat pemasangan menggunakan tower crane. Tulangan dipasang dengan dimensi dan jarak sesuai gambar kerja. Setiap jarak 1 meter, dipasang beton decking sebagai pengatur tebal selimut beton atau posisi tulangan terhadap bekisting.

4) Pemasangan Bekisting Kolom dan Shearwall

Sebelum dipasang, permukaan bekisting diberi olesan minyak bekisting, agar beton tidak menempel. Kemudian, bekisting dipasang sesuai posisi dan dimensi pada gambar kerja, serta pedoman garis kontrol. Bekisting yang telah membentuk cetakan kolom dan *shearwall*, dikunci dengan kayu-kayu horizontal seperti sabuk sebagai penguat.

Selain itu, dipasang juga kayu-kayu penunjang secara diagonal ke tanah agar tetap kuat saat campuran beton sudah dituangkan.

5) Pengecoran Kolom dan Shearwall

Sebelum pengecoran dimulai, perlu dilakukan slump test dan pembuatan benda uji dari beton pada truk mixer. Mutu beton ready mix yang akan digunakan harus sesuai dengan spesifikasi rencana. Pengecoran dilakukan menggunakan concrete pump dan pipa tremi dengan bantuan tower crane.

Campuran beton yang dituangkan ke bekisting, langsung dipadatkan menggunakan concrete vibrator, agar tidak ada ronggarongga udara dan beton dapat memadat dengan maksimal. Tahap terakhir adalah meratakan permukaan campuran beton agar beton yang dihasilkan bagus.

6) Pembongkaran Kolom dan Shearwall

Ketika beton sudah mengeras, bekisting dibongkar, dengan mengendurkan wedge & round pin yang mengunci bekisting. Pembongkaran bekisting harus dilakukan secara hati-hati.

B. Pengendalian Mutu

Pekerjaan yang ditinjau meliputi pekerjaan struktur beton bertulang. Pengendalian mutu pada pekerjaan struktur beton bertulang diantaranya:

1) Persyaratan Material

Berdasarkan SNI 2847:2019 pasal 26.4 tentang persyaratan material dan pencampuran beton; serta SNI 2052:2017 pasal 6 tentang syarat mutu baja tulangan beton.

2) Produksi Beton

Berdasarkan SNI 2847:2019 26.5.1 tentang produksi beton.

3) Pengecoran dan Pemasangan Beton

Berdasarkan SNI 2847:2019 pasal 26.5.2 tentang pengecoran dan pemasangan beton.

4) Perawatan Beton

Berdasarkan SNI 2847:2019 pasal 26.5.3 tentang pengecoran dan perawatan beton.

5) Pengujian Beton dan Baja Tulangan

Meliputi uji *slump*, uji kuat tekan beton, dan uji kuat tarik baja.

C. Keselamatan dan Kesehatan Kerja (K3)

Kesehatan dan keselamatan kerja (K3) merupakan kegiatan untuk menjamin dan melindungi tenaga kerja di area proyek. Upaya pencegahan kecelakaan kerja bertujuan untuk memperoleh zero accident. K3 pada Proyek Merial Tower RS.Pelni mengacu pada dokumen SHE Plan yang memiliki tujuan: (1) Agar semua potensi bahaya diidentifikasi, dinilai risikonya serta dilakukan upaya pengendalian risiko agar tidak membahayakan bagi pekerja dan mengganggu jalannya proses produksi. (2) Agar semua aspek dan dampak lingkungan dari kegiatan, produk, dan jasa dapat diidentifikasi sehingga dapat dilakukan pengendalian dan pencegahan terjadinya pencemaran lingkungan. (3) Menjamin bahwa kegiatan "Quality Assurance" pada setiap tahapan proses dilaksanakan sebagaimana mestinya, sehingga persyaratan-persyaratan mutu yang disepakati dengan pelanggan dapat terpenuhi.

Biaya Keselamatan dan Kesehatan Kerja Konstruksi (K3 Konstruksi) mengacu pada lampiran surat edaran menteri PUPR nomor 10/SE/M/2018. Dalam dokumen tersebut disebutkan bahwa komponen/item pekerjaan penyelenggaraan keamanan dan kesehatan kerja serta keselamatan konstruksi dimasukkan dalam daftar kuantitas dan harga dengan besaran biaya berkisar antara 1,0% sampai 2,5% dari nilai pekerjaan atau sesuai dengan kebutuhan.

V. PEMBAHASAN

A. Bekisting Aluminium Formwork

Kebutuhan panel bekisting aluminium dihitung untuk pemasangan 1 lantai (2 zona). Bekisting dapat digunakan berulang kali dari lantai 2 hingga 10. Kebutuhan perancah

dihitung untuk pemasangan 2 lantai. Setiap lantai terdiri dari 2 zona. Perancah dapat digunakan berulang kali dan bergantian setiap dua lantai. Misalnya perancah lantai 2, digunakan lagi untuk lantai 4. Sedangkan perancah lantai 3, digunakan lagi untuk lantai 5.

B. Durasi dan Rencana Anggaran Pelaksanaan

Pekerjaan metode *aluminium formwork* dapat selesai dalam waktu 79 hari kerja. Tabel 2 merupakan rincian biaya pelaksanaan tiap lantai metode bekisting *aluminium formwork*.

VI. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil analisis waktu dan biaya pelaksanaan pada tugas akhir ini diantaranya: (1) Metode pelaksanaan struktur atas yaitu mengganti sistem bekisting dengan *aluminium formwork* yang dilakukan sesuai teori dan referensi dari beberapa literatur serta dikaitkan dengan analisa lapangan. Metode pelaksanaan tersebut meliputi balok, pelat, kolom, *shearwall*, dan tangga. (2) Dari analisa perhitungan durasi diperoleh waktu total pekerjaan struktur atas lantai 2 sampai dengan lantai 10 selama 79 hari kerja. (3) Perencanaan penjadwalan metode *Precedence*

Diagram Method (PDM) menggunakan hubungan logika *Finish to Start* pada program bantu *Microsoft Project*. (4) Dari analisa perhitungan biaya diperoleh biaya total pelaksanaan pekerjaan struktur atas lantai 2 sampai dengan lantai 10 sebesar Rp53.462.886.715,46.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Y. A. Messah, T. Widodo, and M. L. Adoe, "Kajian penyebab keterlambatan pelaksanaan proyek konstruksi gedung di Kota Kupang," *J. Tek. Sipil*, vol. 2, no. 2, pp. 157–168, 2013.
- [2] D. F. L. Asri, T. H. Setiawan, and Y. Rusdiana, "Analisis jaringan kerja pada evaluasi penjadwalan waktu dan biaya penyelesaian proyek dengan menggunakan Metode Pert & Cpm," *J. Saintika Unpam J. Sains Dan Mat. Unpam*, vol. 2, no. 2, pp. 136–148, 2019, doi: 10.32493/jsmu.v2i2.3323.
- [3] I. W. Ervianto, *Manajemen Proyek Konstruksi*, 1st ed. Yogyakarta: Penerbit Andi, 2006.
- [4] Y. N. D. Saraswati and R. Indryani, "Analisa perbandingan penggunaan bekisting semi konvensional dengan bekisting sistem table form pada konstruksi gedung bertingkat," *J. Tek. ITS*, vol. 1, no. 1, pp. D67--D71, 2012, doi: 10.12962/j23373539.v1i1.1068.
- [5] K. Loganathan and K. E. Viswanathan, "A study report on cost, duration and quality analysis of different formworks in high-rise building," *Int. J. Sci. Eng. Res.*, vol. 7, pp. 190–195, 2016.
- [6] S. Soedrajat, *Analisa Anggaran Biaya Pelaksanaan Cara Modern*, 1st ed. Bandung: NOVA, 1984.
- [7] I. Widiasanti and Lenggogeni, *Manajemen Konstruksi*, 1st ed. Bandung: PT Remaja Rodsdakarya Offset, 2013.