

Perhitungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Struktur pada Apartemen Cornell Citraland Surabaya

Okta Putri Berlian dan Akhmad Yusuf Zuhdy

Departemen Teknik Infrastruktur Sipil, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

e-mail: yuf_di@yahoo.com

Abstrak—Proyek Pembangunan Apartemen Cornell berlokasi di Kawasan Citraland, Made, Sambikerep, Surabaya. Luas lahan dari proyek ini ± 1490 m² dan luas bangunan ± 5778 m². Proyek ini terdiri atas 32 lantai dan 1 basement. Struktur bawah menggunakan pondasi tiang pancang dan struktur atas menggunakan beton bertulang. Pada Proyek Akhir ini menggunakan 2 jenis bekisting, yaitu bekisting konvensional dan bekisting alumunium. Perhitungan waktu dan biaya dihitung berdasarkan metode pelaksanaan yang sesuai dengan teori dari berbagai referensi yang digunakan. Tujuan dari penyusunan Proyek Akhir ini adalah untuk mendapatkan titik optimal hubungan antara waktu dengan biaya proyek. Untuk penjadwalan tiap item pekerjaan dilakukan dengan menggunakan bantuan aplikasi Ms. Project. Hasil akhir yang diperoleh yaitu metode pelaksanaan, durasi, rencana anggaran pelaksanaan dan kurva S. Berdasarkan Analisa didapatkan durasi 261 hari kerja dengan anggaran biaya pelaksanaan sebesar Rp. 20.769.723.924.

Kata Kunci—Waktu, Biaya Pelaksanaan, Penjadwalan, Kurva-S.

I. PENDAHULUAN

KEBERHASILAN suatu proyek sangat dipengaruhi oleh biaya dan waktu pelaksanaan proyek. Waktu penyelesaian yang singkat, biaya yang minimal, dan mutu hasil pekerjaan yang bagus merupakan tolak ukur keberhasilan suatu proyek. Biaya dan waktu pelaksanaan proyek yang optimal penting untuk diketahui dalam perencanaan proyek konstruksi. Kegagalan suatu proyek dapat dilihat dari keterlambatan waktu pelaksanaan, pembengkakan biaya dan masalah masalah yang terjadi. Agar tidak terjadi kegagalan dalam suatu proyek maka diperlukan pengelolaan manajemen proyek yang sistematis sehingga dihasilkan waktu dan biaya proyek yang optimal [1].

Perhitungan dilakukan dengan menggunakan metode penjadwalan *Precedence Diagram Method* (PDM) dengan program *Microsoft Project 2019*. PDM merupakan suatu jaringan kerja yang termasuk klasifikasi aktivitas berada di node yang umumnya berbentuk segi empat sedangkan anak panahnya hanya sebagai petunjuk aktivitas. Penerapan metode ini dimulai dari proses pengumpulan data data kemudian penyusunan aktivitas berdasarkan logika ketergantungan, menentukan durasi serta pembuatan network diagram untuk kemudian mendapatkan umur proyek [2]. Dengan menggunakan metode PDM banyak kegiatan yang dilakukan secara tumpah tindih tanpa menunggu kegiatan sebelumnya selesai. Alasan menggunakan metode penjadwalan PDM karena dengan metode ini didapatkan waktu atau durasi penyelesaian proyek yang lebih cepat dan

Tabel 1.
Keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk membuat 100 bengkokan dan kaitan

Ukuran Besi Beton	Dengan Tangan		Dengan Mesin	
	Bengkokan (jam)	Kait (jam)	Bengkokan (jam)	Kait (jam)
½" (12 mm)	2 – 4	3 – 6	0,8 – 1,5	1,2 – 2,5
5/8" (16 mm)				
¾" (19 mm)	2,5 – 5	4 – 8	1 – 2	1,6 – 3
7/8" (22 mm)				
1" (25 mm)				
1 1/8" (28,5 mm)	3 – 6	5 – 10	1,2 – 2,5	2 – 4
1 ¼" (31,75 mm)	4 – 7	6 – 12	1,5 – 3	2,5 – 5

Tabel 2.
Daftar waktu kerja tiap luas cetakan 10m²

Jenis Cetakan Kayu	Jam kerja tiap luas cetakan 10 m ²			
	Menyetel	Memasang	Membuka dan membersihkan	Reparasi
Dinding	5 – 9	3 – 5	2 – 5	
Lantai	3 – 8	2 – 4	2 – 4	
Tiang	4 – 8	2 – 4	2 – 4	2 – 5 jam
Balok	6 – 10	3 – 4	2 – 5	
Tangga	6 – 12	4 – 8	3 – 5	

optimal dibandingkan dengan metode CPM berdasarkan penelitian Elvira [3].

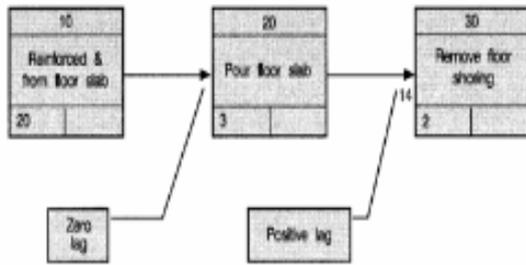
Bekisting merupakan suatu sarana pembantu untuk mencetak beton dengan ukuran, bentuk, ataupun posisi yang dikehendaki. Dalam pelaksanaan pekerjaan konstruksi, penggunaan bekisting harus direncanakan terlebih dahulu sehingga membutuhkan banyak pertimbangan agar penggunaan metode atau system yang dipakai lebih efektif dan ekonomis. Dalam Proyek Akhir ini akan digunakan dua jenis bekisting, yaitu bekisting konvensional dan bekisting alumunium.

Pada penyusunan Proyek Akhir ini membahas mengenai perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan pada Apartemen Cornell Citraland Surabaya yang berlokasi di Kawasan Citraland, Made, Sambikerep, Surabaya. Perhitungan waktu dan biaya pelaksanaan hanya difokuskan pada pekerjaan struktur atas, tidak menghitung struktur bawah. Pada Proyek Akhir ini, dasar perhitungan berdasarkan metode pelaksanaan yang digunakan serta teori dari berbagai referensi. Tujuan dari penyusunan proposal ini adalah untuk mendapatkan titik optimal hubungan antara waktu dengan biaya proyek, untuk mempersingkat waktu pelaksanaan proyek dan biaya minimum. Dimana untuk pelaksanaan eksisting proyek membutuhkan durasi pelaksanaan yaitu 273 hari. Dari perhitungan tersebut disusun dan diperoleh Rencana

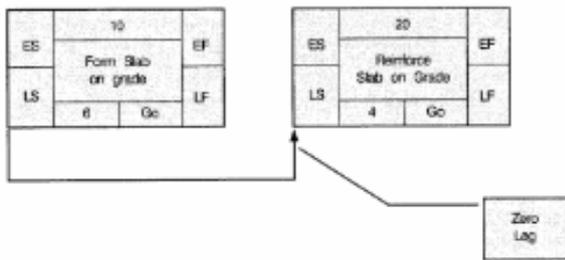
Tabel 3.

Keperluas tenaga buruh untuk cetakan dengan pelat besi

Jenis Pekerjaan	Jam Kerja Tiap 10 m ² Luas Cetakan	M ² Luas Permukaan Cetakan Setiap Jam Kerja
Menyetel dan memasang	2 – 6	1,5 – 4,5
Membongkar dan membersihkan	1 – 4	2,25 – 9
Perbaikan kecil	1 – 3	2,95 – 9
Jumlah	4 – 13	0,75 – 2,25



Gambar 1. Hubungan Finish to Start.



Gambar 2. Hubungan Start to Start.

Anggaran Pelaksanaan (RAP) dan Kurva S, sehingga dapat digunakan sebagai tolak ukur dan sebagai kontrol untuk pencapaian suatu keberhasilan proyek.

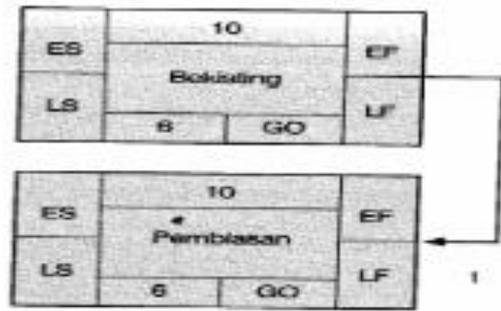
II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Umum

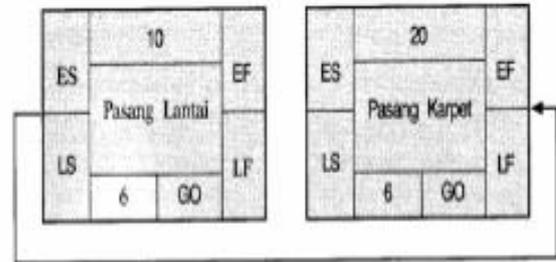
Manajemen proyek adalah merencanakan, mengorganisir, memimpin dan mengendalikan sumber daya perusahaan untuk mencapai sasaran jangka pendek yang telah ditentukan. Project Management Institute (PMI) mengemukakan bahwa definisi manajemen proyek adalah ilmu dan seni yang berkaitan dengan memimpin dan mengkoordinir sumber daya yang terdiri dari manusia dan material dengan menggunakan teknik pengelolaan modern untuk mencapai sasaran yang telah ditentukan.

Dalam penyelenggaraan suatu proyek konstruksi, biaya memegang peranan penting dalam pelaksanaan proyek. Perencanaan anggaran biaya proyek perlu dirancang dan disusun dengan baik berdasarkan suatu konsep estimasi, sehingga menghasilkan nilai estimasi biaya yang tepat dan ekonomis [4].

Terdapat beberapa tahap untuk menyusun metode dan manajemen pelaksanaan konstruksi, yaitu perencanaan, penjadwalan dan pengendalian. Pada tahapan perencanaan dilakukan antisipasi tugas dan kondisi yang ada dengan menetapkan sasaran dan tujuan yang harus dicapai serta menentukan kebijakan pelaksanaan, program yang akan



Gambar 3. Hubungan Finish to Finish.



Gambar 4: Hubungan Start to Finish.

dilakukan, jadwal waktu pelaksanaan, prosedur pelaksanaan secara administrative dan operasional serta alokasi anggaran biaya dan sumber daya. Pada tahapan penjadwalan, diperhitungkan waktu yang dibutuhkan untuk masing masing item pekerjaan, serta memperkirakan kapan waktu yang tepat untuk memulai dan mengakhiri pekerjaan tersebut. Pada tahapan pengendalian, dimaksudkan untuk memastikan bahwa program dan aturan kerja yang telah ditetapkan dapat dicapai dengan penyimpangan paling minimal dan hasil paling memuaskan [5].

B. Durasi Pekerjaan

1. Pekerjaan Pembesian

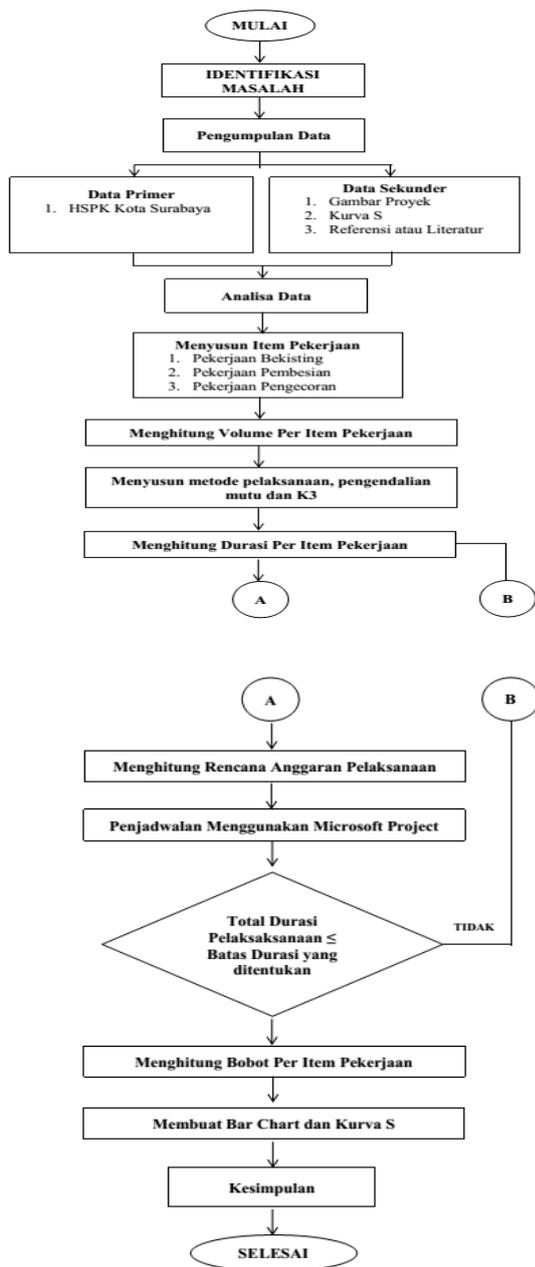
Dalam pekerjaan pembesian terdapat potongan, kaitan dan bengkokan [6]. Keperluan jam kerja buruh yang diperlukan untuk membuat 100 bengkokan dan kaitan dapat dilihat pada Tabel 1.

2. Pekerjaan Bekisting

Dalam Proyek Akhir ini menggunakan 2 jenis bekisting, yaitu bekisting konvensional dan bekisting aluminium. Alasannya karena luas lantai dan ketinggian yang berbeda. Lantai 1 dengan luas 1282 m² ketinggian 5,30 m, lantai 2 – 6 luas per lantainya 586 m², ketinggian 5,45 m serta luas lantai 7 – 10 luas per lantainya 538 m², ketinggian 3,00 m. Dimana telah disebutkan bahwa standar desain untuk Aluminium Formwork adalah untuk bangunan yang typical dan maksimal ketinggian dari kolom atau dinding 4,5 m. Daftar waktu kerja tiap luas cetakan 10m² dapat dilihat pada Tabel 2. Keperluas tenaga buruh untuk cetakan dengan pelat besi dapat dilihat pada Tabel 3.

3. Pekerjaan Pengecoran

Pekerjaan pengecoran dilakukan setelah pekerjaan bekisting dan pekerjaan pembesian. Pengecoran dilakukan dengan menggunakan alat berat concrete pump dan concrete bucket serta tower crane. Perhitungan volume pengecoran



Gambar 5: Flowchart Metodologi Pembangunan Apartemen Cornell.

pada pilecap, balok, kolom, pelat dan tangga dikurangi dengan volume pembesian didalamnya.

C. Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan

Berdasarkan buku Analisa Anggaran Biaya karya Ir. A. Soedrajat *Analisa (cara modern) anggaran biaya pelaksanaan*, ada 3 aspek dalam menghitung rencana anggaran biaya pelaksanaan [6] :

1. Biaya Material

Menghitung banyaknya volume masing masing material sesuai dengan item pekerjaan serta menghitung biaya yang dibutuhkan. Rumus perhitungan biaya material adalah sebagai berikut :

$$Biaya\ material = Volume\ material \times Harga\ satuan$$

2. Upah Pekerja

Menghitung banyaknya tenaga yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu item pekerjaan serta menghitung biaya yang dibutuhkan untuk pekerjaan tersebut. Rumus untuk

Tabel 4. Rekapitulasi Jumlah Pekerja, Durasi dan RAP

No	Lantai	Jumlah Pekerja	Durasi	RAP
1	Lantai 1			
	Zona 1	208	135	Rp. 5.565.814.147
2	Zona 2	208	33	Rp. 799.550.329
	Lantai 2			
3	Zona 1	437	51	Rp. 1.021.784.165
	Zona 2	437	48	Rp. 978.142.262
4	Lantai 3			
	Zona 1	437	51	Rp. 1.021.784.165
5	Zona 2	437	48	Rp. 978.142.262
	Lantai 5			
6	Zona 1	437	51	Rp. 1.021.784.165
	Zona 2	437	48	Rp. 978.142.262
7	Lantai 6			
	Zona 1	437	51	Rp. 1.021.784.165
8	Zona 2	437	48	Rp. 978.142.262
	Lantai 7			
9	Zona 1	437	51	Rp. 1.021.784.165
	Zona 2	437	48	Rp. 978.142.262
10	Lantai 8			
	Zona 1	415	56	Rp. 610.513.562
11	Zona 2	458	60	Rp. 668.957.353
	Lantai 9			
12	Zona 1	415	56	Rp. 610.513.562
	Zona 2	458	60	Rp. 668.957.353
13	Lantai 10			
	Zona 1	415	56	Rp. 610.513.562
14	Zona 2	458	60	Rp. 668.957.353
	Sewa Alat			
15	TC		261	Rp. 443.066.590
	Scaffolding		171	Rp. 158.260.825

Tabel 5. Biaya per-lantai Apartemen Cornell Citraland Surabaya

NO	LANTAI	HARGA
1	PEKERJAAN LANTAI 1	Rp. 6.365.364.476
2	PEKERJAAN LANTAI 2	Rp. 1.999.926.428
3	PEKERJAAN LANTAI 3	Rp. 1.999.926.428
4	PEKERJAAN LANTAI 5	Rp. 1.999.926.428
5	PEKERJAAN LANTAI 6	Rp. 1.999.926.428
6	PEKERJAAN LANTAI 7	Rp. 1.999.926.428
7	PEKERJAAN LANTAI 8	Rp. 1.267.799.964
8	PEKERJAAN LANTAI 9	Rp. 1.267.799.964
9	PEKERJAAN LANTAI 10	Rp. 1.267.799.964
10	SEWA TOWER CRANE	Rp. 443.066.590
11	SEWA SCAFFOLDING	Rp. 158.260.825
JUMLAH		Rp. 20.769.723.924

menghitung upah pekerja adalah sebagai berikut:

$$Upah\ pekerja = Jumlah\ pekerja \times Durasi \times Harga\ satuan$$

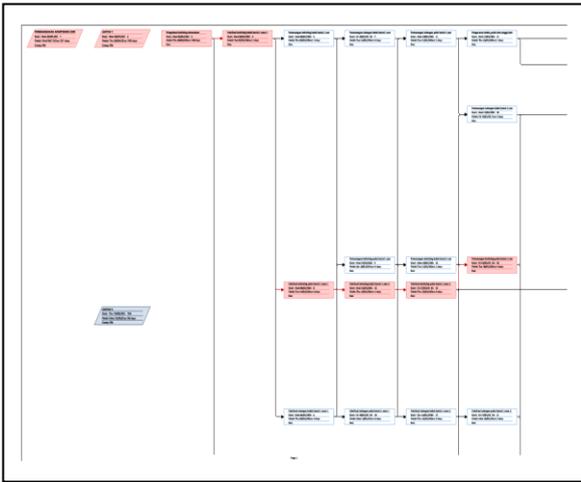
3. Sewa Alat

Perhitungan anggaran biaya pelaksanaan tergantung pada lamanya durasi pemakaian alat, masa pakai alat, dan volume pekerjaan yang harus diselesaikan. Rumus untuk menghitung sewa alat adalah sebagai berikut :

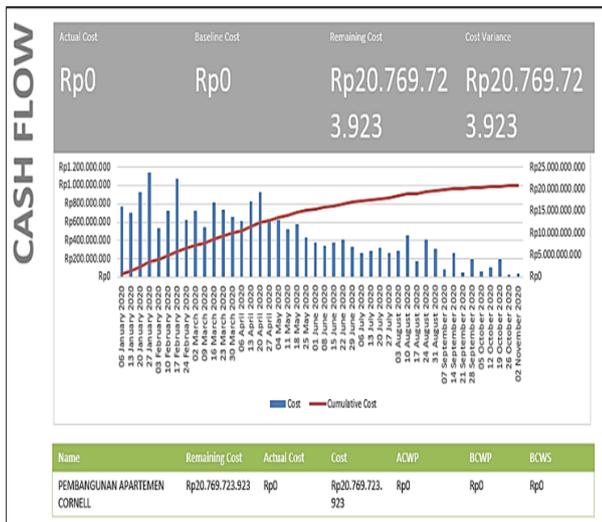
$$Sewa\ alat = Jumlah\ alat \times Durasi \times Harga\ sewa\ alat$$

D. Penjadwalan Proyek Menggunakan PDM

Precedence Diagramming Method (PDM) merupakan salah satu teknik penjadwalan yang termasuk dalam teknik penjadwalan Network Planning atau Rencana Jaringan Kerja. Metode ini juga dapat menggunakan konsep lag (jarak hari) antar kegiatan untuk lebih memudahkan dalam penjadwalan [7]. Keempat hubungan logis tersebut yaitu :



Gambar 6: Penjadwalan menggunakan PDM Pembangunan Apartemen Cornell Citraland Surabaya.



Gambar 7: Kurva-S Pembangunan Apartemen Cornell Citraland Surabaya.

1. *Finish to Start (FS)*

Hubungan finish to start merupakan hubungan yang paling sering digunakan dalam PDM. Hubungan Finish to Start dapat dilihat pada Gambar 1.

2. *Start to Start (SS)*

Hubungan start to start dengan lag negative digunakan untuk menunjukkan hubungan antara dua aktivitas yang dimulai bersamaan. Hubungan Start to Start dapat dilihat pada Gambar 2.

3. *Finish to Finish (FF)*

Hubungan finish to finish digunakan untuk menunjukkan hubungan antara selesainya dua aktivitas. Hubungan Finish to Finish dapat dilihat pada Gambar 3.

4. *Start to Finish (SF)*

Penggunaan hubungan start to finish secara umum menghindari kebingungan pada ketidaktergantungan kegiatan pada jadwal. Hubungan Start to Finish dapat dilihat pada Gambar 4.

E. *Kurva-S*

Kurva S adalah hasil plot dari barchart yang bertujuan untuk mempermudah melihat kegiatan kegiatan yang masuk dalam suatu jangka waktu pengamatan progress pelaksanaan proyek. Kurva S dapat menunjukkan kemampuan proyek

berdasarkan kegiatan, waktu dan bobot pekerjaan yang dipresentasikan sebagai persentase kumulatif dari seluruh kegiatan proyek. Visualisasi kurva S memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkan terhadap jadwal rencana.

III. METODOLOGI

A. *Identifikasi Masalah*

Mengidentifikasi masalah dengan cara menganalisa gambar teknik untuk mendapatkan volume pekerjaan, menguraikan bagian bagian dari penjadwalan berupa durasi dan melakukan analisa anggaran biaya berupa analisa harga satuan tiap item pekerjaan.

B. *Formula Matematika Pengumpulan Data*

Data yang digunakan meliputi data primer dan data sekunder. Data primer meliputi survey lapangan (Harga satuan bahan, Spesifikasi alat, dan Harga sewa alat), sedangkan data sekunder meliputi gambar proyek, dan referensi yang digunakan.

C. *Analisa Data*

Tahap pengolahan data dilakukan dengan menggunakan data primer dan data sekunder yang telah dikumpulkan sebelumnya.

1. *Penjabaran item pekerjaan*
2. Menghitung volume masing masing item pekerjaan
3. Menyusun metode pelaksanaan, pengendalian mutu dan K3
4. Perhitungan durasi pekerjaan
5. Penyusunan rencana anggaran biaya pelaksanaan
6. Penyusunan penjadwalan pekerjaan

D. *Hasil Analisa*

Hasil analisa akan diperoleh biaya total yang dibutuhkan dan durasi pekerjaan untuk menyelesaikan pembangunan Apartemen Cornell Citraland Surabaya tersebut.

E. *Kesimpulan*

Berdasarkan data data diatas didapatkan hasil analisa sebagai berikut ini:

1. Metode pelaksanaan pada Proyek Pembangunan Apartemen Cornell Citraland Surabaya.
2. Volume dan durasi pekerjaan pada Proyek Pembangunan Apartemen Cornell Citraland Surabaya.
3. Rencana Anggaran Biaya Pelaksanaan (RAP) pada Proyek Pembangunan Apartemen Cornell Citraland Surabaya.
4. Penjadwalan pada Proyek Pembangunan Apartemen Cornell Citraland Surabaya.

F. *Flow Chart*

Flowchart metodologi pembangunan apartemen cornell dapat dilihat pada gambar 5.

IV. METODE PELAKSANAAN, PENGENDALIAN MUTU DAN K3

A. *Metode Pelaksanaan*

Metode pelaksanaan adalah suatu cara pelaksanaan pekerjaan yang efektif dan efisien dalam menyelesaikan suatu pekerjaan, dengan ditinjau dari segi waktu dan biaya

pelaksanaannya. Berikut ini merupakan metode pelaksanaan dalam Proyek Pembangunan Apartemen Cornell Citraland Surabaya:

1. *Menggunakan Bekisting Konvensional*

a. Kolom dan Shearwall

1. Fabrikasi tulangan dan fabrikasi bekisting

Fabrikasi tulangan dan fabrikasi bekisting dilakukan secara bersamaan. Pekerjaan fabrikasi dilakukan di workshop. Setelah itu, mengangkat tulangan menuju lokasi pemasangan dengan menggunakan bantuan Tower Crane. Tulangan dipasang sesuai dengan posisi yang telah ditentukan pada gambar rencana.

2. Pemasangan bekisting

Setelah tulangan selesai dipasang, selanjutnya adalah pemasangan bekisting. Bekisting diangkut dengan menggunakan bantuan Tower Crane menuju lokasi pemasangan.

3. Pengecoran

Setelah pemasangan bekisting selesai, selanjutnya adalah pengecoran kolom dan shearwall. Pengecoran dilakukan dengan bantuan bucket cor yang diangkut dengan menggunakan Tower Crane. Selama pengecoran digunakan Concrete Vibrator, tujuannya adalah untuk menghindari terjadinya segregasi atau pemisahan agregat pada beton.

4. Pembongkaran bekisting

Pembongkaran bekisting kolom dan shearwall dilakukan setelah beton berumur 7 – 8 jam. Membersihkan bekisting dari sisa-sisa beton yang menempel, lalu menyimpan bekisting untuk digunakan Kembali pada pekerjaan selanjutnya.

b. Balok, Pelat dan Tangga

1. Fabrikasi bekisting dan fabrikasi tulangan

Fabrikasi bekisting dan fabrikasi tulangan dilakukan secara bersamaan. Fabrikasi tulangan di workshop, seperti pekerjaan pemotongan tulangan, pembengkokan tulangan dan kaitan tulangan sesuai dengan gambar yang direncanakan.

2. Pemasangan bekisting

Memasang scaffolding sesuai dengan kebutuhan dilapangan. Baik untuk pekerjaan bekisting balok dan pelat. Lalu memasang bekisting.

3. Pembesian

Setelah selesai fabrikasi, tulangan diangkat dengan menggunakan Tower Crane menuju lokasi pemasangan.

4. Pengecoran

Setelah itu melakukan pengecekan tulangan dan kondisi bekisting. Lalu proses pengecoran balok, pelat dan tangga. Pengecoran dilakukan dengan menggunakan Concrete Pump. Selama pengecoran digunakan Concrete Vibrator, tujuannya adalah untuk menghindari terjadinya segregasi atau pemisahan agregat pada beton.

5. Pembongkaran bekisting

Pembongkaran bekisting dilakukan setelah beton berumur 12 hari. Bekisting yang telah dibongkar dibersihkan dari sisa-sisa beton lalu disimpan agar dapat digunakan untuk pekerjaan selanjutnya.

2. *Menggunakan Alumunium Formwork*

a. Pengolesan oil pada bekisting alumunium formwork

Tujuan pengolesan minyak bekisting dilakukan pada alumunium formwork adalah agar pada saat melakukan

pembongkaran bekisting, permukaan beton tidak rusak akibat menempel terhadap alumunium serta agar bekisting yang digunakan dapat dipakai Kembali (reusable).

b. Pemasangan besi vertical

Besi kolom yang telah diprefabrikasi kemudian dipasang sesuai dengan gambar rencana, dibantu dengan Tower Crane. Setelah itu melakukan perapihan. Setelah itu bekisting kolom dapat dikerjakan.

c. Pemasangan bekisting alumunium (kolom dan dinding)

Dilakukan pemasangan dinding dengan memasang bekisting di satu sisi terlebih dahulu kemudian menguncinya dengan menggunakan flat plate dan baut. Setelah bekisting terkunci maka dilanjutkan dengan pengecekan.

d. Pemasangan bracket hollow dan bracing pipe support untuk perkuatan dinding. Pemasangan bracket alumunium pada formwork dinding corewall sebagai dudukan hollow akan menjadi perkuatan dan akan menopang dorongan beton pada bekisting. Dilanjutkan dengan pemasangan bracing pipe support untuk perkuatan dinding.

e. Pemasangan bekisting alumunium horizontal (balok) dan pipe support

Pipe support dipasang terlebih dahulu, tujuannya adalah sebagai fix shoring dan untuk menopang bodeman (beam bottom) balok dan bekisting plat. Support pada balok bersifat fix shoring. Pada saat pembongkaran, support pipe dan prop head tidak perlu dilepaskan.

f. Pemasangan bekisting alumunium horizontal (pelat lantai) dan pipe support

Pipe support dipasang terlebih dahulu, tujuannya adalah untuk fix shoring dan untuk menopang bodeman (beam bottom) balok dan bekisting plat. Jarak antar support bervariasi, tergantung pada dimensi dan ukuran balok yang tercantum pada gambar kerja.

g. Pemasangan bekisting alumunium horizontal (slab corner)

Slab corner dipasang pada area sudut-sudut atau pertemuan antara pelat, balok dan kolom. Komponen ini berfungsi sebagai sebagai join antara komponen balok, kolom dan pelat.

h. Pemasangan bekisting tangga

Pelaksanaan pemasangan bekisting tangga dilakukan saat bekisting slab dan dinding corewall telah selesai dipasang. Jarak antar pipe support bervariasi, disesuaikan dengan dimensi dan ukuran dari balok pada gambar rencana kerja.

i. Pemasangan besi plat dan tangga

Pekerjaan pemasangan besi horizontal meliputi pembesian balok, pelat lantai dan tangga. Pekerjaan pembesian dilakukan sesuai dengan gambar rencana atau shop drawing.

j. Pengecoran kolom, balok, dinding, pelat dan tangga

Pengecoran dilakukan secara bersamaan baik itu pengecoran kolom, dinding, balok, pelat dan tangga. Karena salah satu sifat bekisting alumunium formwork adalah all in one system (satu kesatuan item struktur).

k. Pembongkaran bekisting

Pembongkaran dilakukan dengan cara melepaskan panel secara perlahan dan berhati-hati. Prop head pada balok dan

pelat tetap terpasang sampai dengan beton tersebut mencapai 70% dari kekuatan rencana.

B. Pengendalian Mutu

Pengendalian mutu adalah suatu system yang mengendalikan metode kerja dan hasil akhir suatu pekerjaan [8]. Pengendalian mutu terdiri atas:

1. Pengendalian mutu material

Berdasarkan SNI 2847 : 2019 Pasal 26.4 Persyaratan material dan pencampuran beton,

2. Pencampuran beton

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 Pasal 5.8 Pencampuran

3. Pengecoran beton

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 Pasal 5.10 Pengecoran,

4. Perawatan beton

Berdasarkan SNI 2847 : 2013 Pasal 5.11 Perawatan,

5. Pengujian beton

Seperti slump test dan tes kuat tekan beton.

C. K3

Keselamatan dan Kesehatan Kerja Konstruksi (K3) adalah segala kegiatan untuk menjamin dan melindungi keselamatan dan kesehatan tenaga kerja melalui upaya pencegahan kecelakaan kerja dan penyakit akibat kerja pada pekerjaan konstruksi. Potensi bahaya adalah kondisi atau keadaan baik pada orang, peralatan, mesin, pesawat, instalasi, bahan, cara kerja, sifat kerja, proses produksi dan lingkungan yang berpotensi menimbulkan gangguan, kerusakan, kerugian, kecelakaan, kebakaran, peledakan, pencemaran dan penyakit akibat kerja. Dalam melindungi para pekerja dari bahaya ataupun kecelakaan kerja selama pekerjaan maka ada beberapa yang wajib diperhatikan diantaranya : ketersediaan komponen K3, alat pelindung diri (APD) seperti pelindung mata, safety shoes, pelindung kepala, pelindung telinga, full body hardness dan sebagainya, pemasangan rambu rambu keselamatan kerja serta pengecekan alat berat secara berkala [9].

V. PEMBAHASAN

A. Durasi dan Rencana Anggaran Pelaksanaan

Tabel 4 merupakan rekapitulasi jumlah pekerja, durasi dan rencana anggaran pelaksanaan. Berdasarkan penelitian dan perhitungan yang dilakukan oleh Diah Putri Rahmawati dalam Tugas Akhirnya yang berjudul "Rencana Perhitungan Waktu dan Biaya Pelaksanaan Struktur Apartemen Menara Rungkut Surabaya" didapatkan durasi selama 238 hari dengan biaya pekerjaan sebesar Rp. 15.237.614.347. Biaya per m² adalah Rp. 3.047.523. Sedangkan pada perhitungan dari Tugas Akhir ini didapatkan durasi untuk pembangunan Apartemen Cornell selama 261 hari dan biaya pelaksanaan sebesar Rp. 20.769.723.924. Biaya per m² adalah Rp. 3.594.774. Terjadi perbedaan durasi dan biaya pelaksanaan keduanya ini terjadi karena adanya perbedaan lantai, metode pelaksanaan yang digunakan, material dan mutu beton yang digunakan, serta penggunaan jenis bekisting.

B. Penjadwalan menggunakan PDM

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. Berikut ini merupakan contoh hasil penjadwalan dari Proyek Pembangunan Apartemen Cornell Citraland Surabaya menggunakan metode PDM. Dalam membuat penjadwalan dibantu dengan menggunakan aplikasi Microsoft Project. Penjadwalan menggunakan PDM Pembangunan Apartemen Cornell Citraland Surabaya dapat dilihat pada Gambar 6.

C. Kurva-S

Kurva S adalah grafik yang dibuat dengan sumbu vertical sebagai nilai kumulatif biaya atau penyelesaian (progress) kegiatan dan sumbu horizontal sebagai waktu isualisasi kurva S memberikan informasi mengenai kemajuan proyek dengan membandingkan terhadap jadwal rencana. Tabel 7 merupakan hasil Kurva-S dari Proyek Pembangunan Apartemen Cornell Citraland Surabaya dengan menggunakan bantuan *Microsoft Project*.

VI. KESIMPULAN/RINGKASAN

Dari uraian dan pembahasan pada Tugas Akhir ini, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut ;(1)Waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan pekerjaan struktur lantai 1 - 10 pada Proyek Pembangunan Apartemen Cornell Citraland Surabaya adalah 261 hari. Terhitung mulai tanggal 06 Januari 2020 sampai dengan 04 Nopember 2020. Dengan asumsi perhitungan 7 jam kerja per hari, dimana jam kerja dimulai pada pukul 08.00 – 12.00, istirahat kerja 1 jam, kemudian dilanjutkan lagi pada pukul 13.00 – 16.00; (2)Biaya pelaksanaan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan Proyek Pembangunan Apartemen Cornell Citraland Surabaya adalah Rp. 20.769.723.924. Biaya per m² adalah Rp. 3.594.774. Jika dibandingkan dengan biaya per m² dari proyek akhir lain adalah Rp. 3.047.523. Dengan biaya per lantai dapat dilihat pada Tabel 5.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] F. S, M. Jamal, and F. N. Abdi, "Optimalisasi biaya dan waktu pelaksanaan proyek pada proyek dengan metode least cost analysis," *J. Tek. Sipil*, vol. 3, pp. 21–28, 2019.
- [2] J. G. Runtuwarouw, D. R. Walangitan, and P. Pratisis, "Analisis penerapan manajemen waktu pada proyek pembangunan gedung balai nikah dan manasik haji kua kecamatan kateman kabupaten indragiri hilir," *Sains Mat. dan Stat.*, vol. 5, no. 2, pp. 17–25, 2019.
- [3] E. Safitri, S. Basriatia, and L. Hanum, "Optimasi penjadwalan proyek menggunakan CPM dan PDM (Studi Kasus: pembangunan gedung balai nikah dan manasik haji kua kecamatan kateman kabupaten indragiri hilir)," *Sains Mat. dan Stat.*, vol. 5, no. 2, pp. 17–25, 2019.
- [4] K. Fatonah and D. N. Wulansari, "Anggaran biaya struktur proyek pembangan hotel quad makassar menggunakan metode sni," *J. Kaji. Tek. Sipil*, vol. 2, no. 2, pp. 36–44, 2017.
- [5] H. Abrar, *Manajemen Proyek , Perencanaan, Penjadwalan & Pengendalian Proyek*. Yogyakarta: Andi, 2008.
- [6] A. S. Sastraatmadja, *Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*. Bandung: Nova, 1984.
- [7] I. L. Widiasanti, *Manajemen Konstruksi*. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya, 2013.
- [8] Badan Standarisasi Nasional, "SNI 2847:2013 Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung," Jakarta, 2013.
- [9] K. P. U. dan P. Rakyat, *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum No.05/PRT/M/2014 Pedoman Sistem Manajemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja (SMK3) Konstruksi*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2014.