

PENINGKATAN KINERJA WAKTU DAN BIAYA DENGAN INTEGRASI METODE PENJADWALAN DAN BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) PADA PEKERJAAN STRUKTUR PRACETAK BANGUNAN GEDUNG

*Rahman Danil, ST,MT
Staff Pengajar Program Studi Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Persada Indonesia – Y.A.I
Jl. Salemba Raya 79A/, Jakarta Pusat
Telepon :62-21-3914075
Fax : 62-21-3147910*

Abstrak

Keterlambatan dan peningkatan biaya pelaksanaan merupakan tantangan yang sering dihadapi oleh Kontraktor. Data menunjukkan 72% proyek bangunan gedung mengalami keterlambatan dan mengakibatkan peningkatan biaya mencapai 54%. Tahun 2019 menjadi tren bangunan precast. Struktur precast diklaim dapat menghemat 35% biaya pelaksanaan dan 27,33% lebih cepat dibandingkan dengan struktur konvensional. Penelitian ini membahas mengenai integrasi antara metode penjadwalan PERT dan Building Information Modeling (BIM 4D dan 5D) pada struktur precast proyek bangunan gedung untuk memperoleh pemodelan durasi serta biaya pelaksanaan yang lebih efisien. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan menerapkan integrasi antar instrumen tersebut diperoleh efisiensi dari waktu pelaksanaan sebesar 11,56% dan biaya sebesar 3,18% untuk pekerjaan struktur precast proyek bangunan gedung.

Kata kunci: Kinerja Waktu dan Biaya, PERT, BIM 4D dan 5D, Struktur Precetak Gedung

PENDAHULUAN

Keterlambatan dan meningkatnya biaya pelaksanaan merupakan dua tantangan utama yang sering terjadi pada praktik konstruksi. Keterlambatan pelaksanaan konstruksi memberi efek domino terhadap peningkatan biaya pelaksanaan. Data menunjukkan bahwa negara Chile, keterlambatan proyek konstruksi berkisar antara 20% (González, González, Molenaar, & Orozco, 2014). Kinerja waktu yang baik diperoleh dengan perencanaan yang baik pula. Metode penjadwalan yang umumnya digunakan sebagai penentuan durasi pelaksanaan proyek adalah PERT. PERT merupakan metode penjadwalan berdasarkan tiga kondisi waktu yaitu optimistic, most likely dan pessimistic. Berbeda dengan metode penjadwalan lain seperti CPM atau PDM berdasarkan pendekatan deterministik, metode penjadwalan PERT mengacu pada pendekatan probabilistik (Arianto, 2010; B. M. Lu & Abourizk, 2000; Zhong & Zhang, 2003). Memasuki tahun 2019, tren bangunan pracetak atau precast menjadi populer masa kini. Waktu pelaksanaan yang relatif cepat, kehandalan dan kualitas struktur yang terjamin karena kontrol mutu beton yang baik, reduksi penggunaan tenaga kerja, permukaan beton ekspose sudah halus sehingga bisa mengurangi repair beton, reduksi penggunaan scaffolding yang cukup besar sehingga mengurangi beban biaya struktur, serta ramah lingkungan. Beberapa komponen bangunan gedung seperti kolom, balok, pelat (hollow core slab), dinding façade dan dinding (wall) dapat diaplikasikan dengan menggunakan sistem precast. Era digitalisasi menuntut seluruh sektor konstruksi terus bertransformasi. Salah satu teknologi digital di sektor konstruksi adalah implementasi Building Information Modeling (BIM) sebagai seperangkat teknologi, proses, dan kebijakan yang seluruh prosesnya berjalan secara kolaborasi dan terintegrasi dalam model digital. Building Information Modeling (BIM) merupakan teknologi dalam bidang AEC (Arsitektur, Engineering dan Konstruksi) sebagai proses yang efektif yang dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam industri.

Pada penelitian ini akan dilakukan analisis terkait dengan integrasi metode PERT, BIM 4D dan 5D pada pekerjaan struktur precast bangunan gedung untuk meningkatkan kinerja waktu dan biaya pelaksanaan proyek. Studi kasus dipilih untuk melakukan penelitian adalah proyek struktur precast gedung parkir di wilayah Kemayoran, Jakarta Utara.

Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi permasalahan di atas, maka permasalahan yang akan dijawab yaitu:

1. Bagaimana penerapan PERT, BIM 4D dan 5D pada pekerjaan struktur precast bangunan gedung?
2. Bagaimana hasil penerapan PERT, BIM 4D dan 5D pada pekerjaan struktur precast bangunan gedung?

Tujuan dan manfaat penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Menganalisa penerapan PERT, BIM 4D dan 5D pada pekerjaan struktur precast bangunan gedung.
2. Menganalisa hasil penerapan PERT, BIM 4D dan 5D pada pekerjaan struktur precast bangunan gedung.

Manfaat penelitian adalah kontribusi yang diberikan oleh peneliti dari hasil penelitian sebagai berikut:

1. Dapat menambah wawasan terutama di bidang manajemen konstruksi mengenai optimasi penjadwalan dan biaya proyek yang sesuai dengan karakteristik proyek
2. Dapat menambah bahan kepustakaan, khususnya dalam bidang manajemen konstruksi dalam pengoptimalan penjadwalan dan biaya proyek konstruksi.
3. Diharapkan dapat memberikan masukan sebagai alat informasi penjadwalan dan biaya proyek bagi para kontraktor, pengembang serta pihak-pihak yang terkait agar dapat memilih dan menerapkan metode

perencanaan dan penjadwalan proyek sesuai dengan karakteristik proyek konstruksi sehingga mampu meningkatkan kinerja waktu dan biaya dalam pelaksanaan proyek.

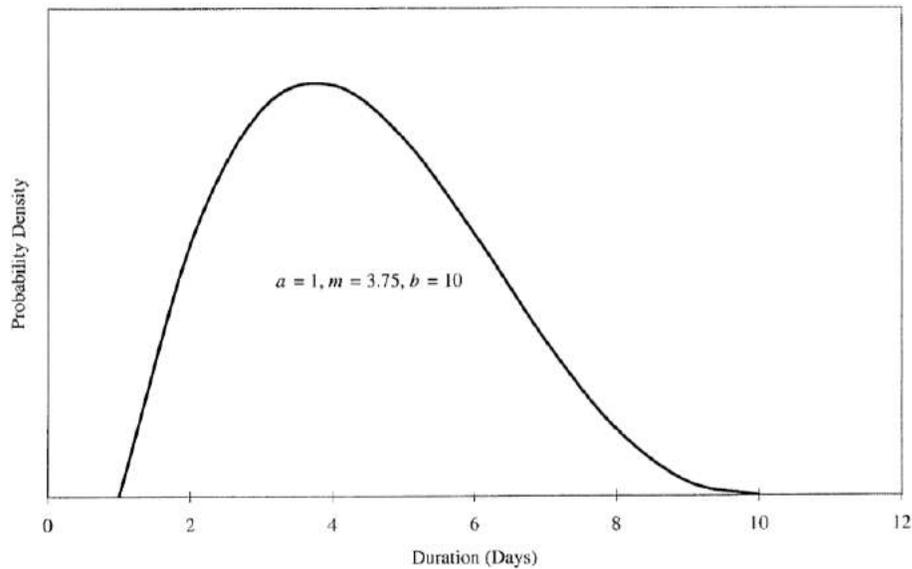
TINJAUAN PUSTAKA

Teknik Penjadwalan PERT

PERT adalah metode penjadwalan proyek berdasarkan tiga kondisi waktu untuk setiap pekerjaan. Tiga angka estimasi tersebut adalah a, b, dan m dengan definisi sebagai berikut (Cottrell, 1999):

- a = durasi optimis (optimistic duration)
Merupakan durasi tercepat yang dibutuhkan untuk penyelesaian pekerjaan.
- m = durasi yang paling memungkinkan terjadi (most likely duration)
Merupakan durasi yang paling sering terjadi yang dibutuhkan untuk penyelesaian pekerjaan
- b = durasi pesimis (pessimistic duration)
Merupakan durasi paling lama yang dibutuhkan untuk penyelesaian pekerjaan

Metode PERT menunjukkan bahwa durasi terdistribusi berdasarkan fungsi Beta sebagai berikut:



Gambar 1. Kurva Distribusi Beta
Sumber: (Cottrell, 1999)

Untuk menghitung durasi kegiatan metode PERT dari item pekerjaan dapat digunakan persamaan berikut ini:

$$te = (a + 4m + b)/6$$

Sedangkan untuk standar deviasi durasi kegiatan dapat diperoleh dengan menggunakan persamaan berikut ini:

$$s = (b - a)/6$$

Dimana: T_e merupakan durasi yang diharapkan setiap aktivitas
 a merupakan waktu optimis
 m merupakan waktu paling sering terjadi
 b merupakan waktu pesimistik
 s merupakan standar deviasi durasi pekerjaan

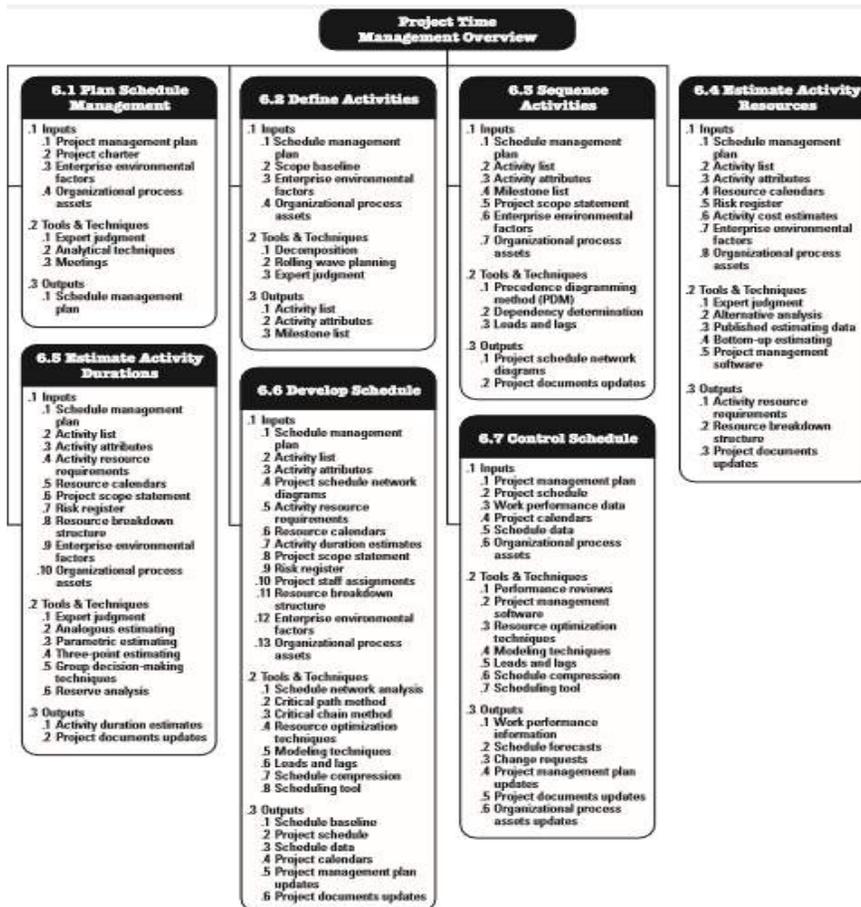
Durasi proyek yang diharapkan (T_e) merupakan jumlah durasi dari aktivitas kritis. Hal ini menunjukkan bahwa nilai mean dari durasi proyek terdistribusi normal sesuai dengan Central Limit Theorem yang menyatakan suatu populasi, fungsi distribusi diasumsikan sebagai distribusi normal bila jumlah sampel banyak. Adapun standar deviasi dari distribusi durasi proyek (s) adalah jumlah kuadrat dari standar deviasi pada aktivitas kritis (Arianto, 2010).

Building Information Modeling (BIM)

BIM dianggap lebih dari sekedar teknologi biasa, melainkan cara baru untuk menangani proses pembangunan. Dengan menggunakan BIM dapat diperoleh 3D, 4D, 5D, dan 6D. Dimana 3D berbasis obyek pemodelan parametrik, 4D adalah urutan dan penjadwalan material, pekerja, luasan area, waktu, dan lain-lain, 5D termasuk estimasi biaya dan part-lists, dan 6D mempertimbangkan untuk fasilitas manajemen, biaya siklus hidup, dan dampak lingkungan. Konsep ini sangat tergantung pada teknologi software yang digunakan. Inti dari konsep tersebut adalah bahwa model BIM berisi informasi-informasi. Model suatu objek tidak hanya geometris tetapi model tersebut juga berisi informasi tentang bahan yang digunakan, berat, biaya, waktu dan bagaimana bagian dipasang, dan lain-lain. (Tjell, 2010).

Bakuan Proses Penjadwalan

Proses-proses yang digunakan pada penjadwalan proyek yang lazim digunakan dapat dilihat dalam acuan proyek secara umum, seperti pada Project Management Body of Knowledge (PMBOK). Pembahasan penjadwalan proyek konstruksi dalam PMBOK, yaitu Project Time Management meliputi proses yang diperlukan untuk memastikan bahwa proyek diselesaikan dalam waktu yang disetujui yang meliputi lima prosesnya: activity definition, activity sequencing, activity duration dan schedule control. (PMBOK Fifth Edition, 2013) . Dengan adanya acuan tersebut kita dapat mengetahui pekerjaan mana yang lebih diutamakan sehingga penjadwalan dapat disusun dengan baik.

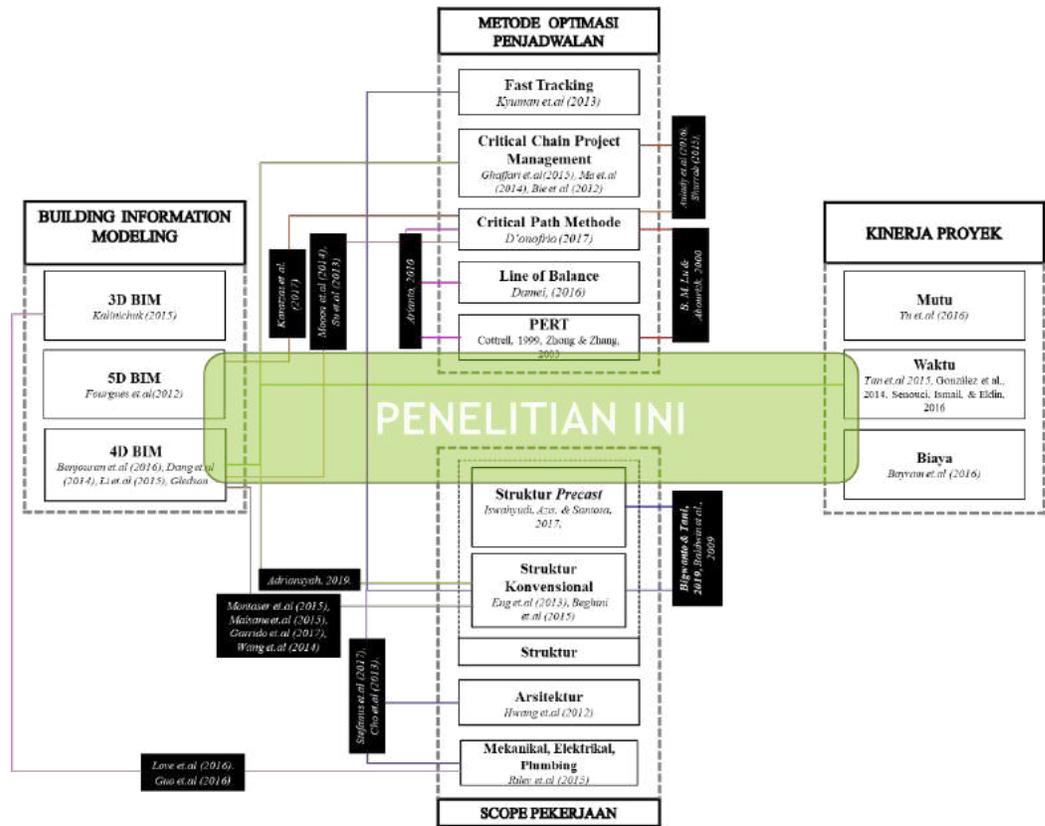


Gambar 2. Gambaran Manajemen Waktu Proyek
 Sumber: (PMBOK Fifth Edition, 2013)

RESEARCH GAP DAN STATE OF THE ART

Dalam penelitian ini dilakukan studi literatur yang digunakan sebagai penunjang analisis-*analisis* yang disusun agar penelitian ini lebih lengkap dan bermanfaat. Selain itu tujuan dilakukannya studi literatur untuk penentuan bahwasannya penelitian bersifat baru dan belum pernah diteliti sebelumnya.

Sumber research gap diperoleh dengan mereview dan menganalisis studi literatur dengan cara mengidentifikasi hasil, keunggulan, kelemahan dan keterbaruan penelitian tersebut. Selanjutnya hasil dari studi literatur tersebut dikelompokkan berdasarkan cluster masing-masing topik pembahasan. Tahap berikutnya mencari celah kosong pada untuk mengisi gap antar cluster yang dijadikan sebagai topik penelitian. Bagan yang menggambarkan hubungan antara tema-tema yang dibahas dapat dilihat pada Gambar 22.



Gambar 3. Research Gap
Sumber: Olahan Literatur

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini membahas mengenai optimalisasi penjadwalan berbasis metode PERT, BIM 4D dan 5D pada pekerjaan struktur precast bangunan Gedung dengan tujuan untuk mendapatkan durasi dan biaya pelaksanaan lebih optimal dari perencanaan sebelumnya. Penjadwalan dan biaya awal proyek menggunakan metode penjadwalan tradisional berupa gantt chart yang kemudian di-breakdown lebih detail dan lengkap dengan hubungan antar aktivitasnya menggunakan Microsoft Project 2013, dan kemudian akan dioptimalisasi menggunakan PERT, BIM 4D dan 5D.

Kerangka penelitian adalah suatu diagram yang menjelaskan secara garis besar alur logika berjalannya sebuah penelitian sebagai berikut:



Gambar 5. Kerangka Pemikiran

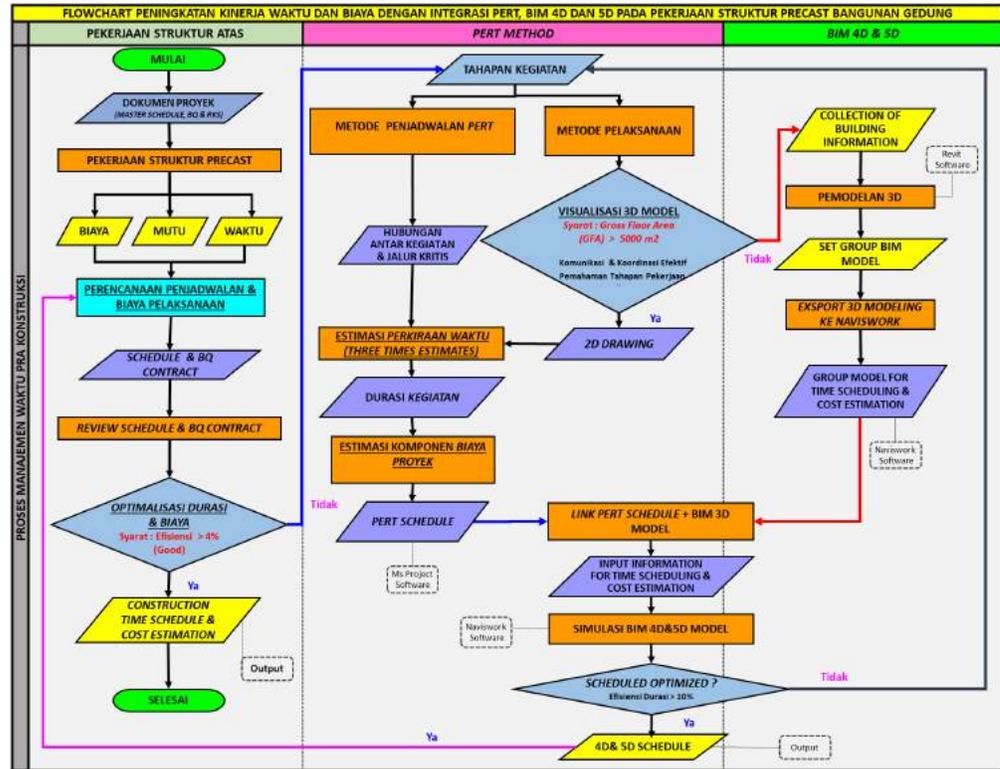
Metode Pengumpulan Data

1. Metode pengumpulan data dalam penelitian ini dilakukan dengan mengambil data dari pihak kontraktor pelaksana berupa master schedule, bill of quantity, Rencana Kerja Syarat (RKS)/Spesifikasi teknis dan metode pelaksanaan pekerjaan struktur atas
2. Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini untuk memperoleh seluruh data yang diperlukan sebagai berikut:
 - Wawancara, teknik pengumpulan data yang dilakukan oleh penulis terhadap pihak kontraktor dan owner melalui tatap muka dan tanya jawab yang menangani proyek bangunan gedung bertingkat tinggi.
 - Kajian Pustaka, teknik pengumpulan data yang dilakukan dengan cara mencari data yang diperoleh dari jurnal, buku dan website yang resmi dan dapat dipercaya.

Metode Analisis Data

Tahapan analisis data mengenai Peningkatan Kinerja Waktu dan Biaya dengan Integrasi Metode Penjadwalan dan Building Information Modeling (BIM) pada Pekerjaan Struktur Precast Bangunan Gedung. Berdasarkan Gambar 28 diperlihatkan proses manajemen waktu dalam fase perencanaan pada pekerjaan struktur precast proyek bangunan highrise tujuan untuk

optimalisasi durasi dan biaya perkiraan awal menggunakan integrasi metode PERT dan Building Information Modeling BIM 4D dan 5D guna memperoleh durasi dan biaya optimum.



Gambar 6 . Flowchart Penelitian

ANALISIS DATA DAN SINTESIS

Analisis PERT

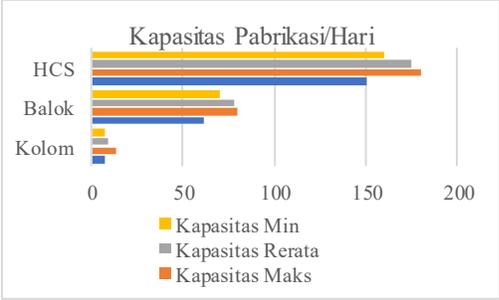
Upaya peningkatan kinerja waktu salah satu metode yang dapat digunakan adalah PERT. Dasar penentuan penjadwalan optimistic, most likely dan pessimistic berdasarkan pada kapasitas produksi fabrikasi produk precast yang dilakukan oleh PT Wika Pracetak Gedung berdasarkan proyek-proyek serupa. Kapasitas produksi dan instalasi per hari untuk struktur precast sebagai berikut:

Tabel 1. Kapasitas Pabrikasi dan Instalasi Struktur *Precast*

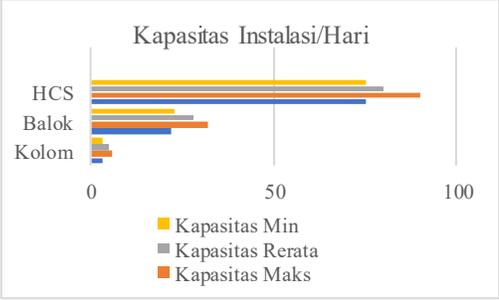
No	Struktur <i>Precast</i>		Kapasitas Rencana	Kapasitas Maks./hari	Kapasitas Rerata/hari	Kapasitas Min/hari
1	Kolom	Pabrikasi	7 pcs	13 pcs	9 pcs	7 pcs
		Instalasi	3 pcs	6 pcs	5 pcs	3 pcs
2	Balok	Pabrikasi	61 m'	80 m'	78 m'	70 m'

Peningkatan Kinerja Waktu dan Biaya dengan Integrasi Metode Penjadwalan dan Building Information Modeling (BIM) Pada pekerjaan Struktur Precetak Bangunan Gedung

		Instalasi	22 m ²	32 m ²	28 m ²	23 m ²
3	Hollow Core Slab (HCS)	Pabrikasi	150 m ²	180 m ²	175 m ²	160 m ²
		Instalasi	75 m ²	90 m ²	80 m ²	75 m ²



Kapasitas Pabrikasi/Hari



Kapasitas Instalasi/Hari

Sumber: PT Wika Pracetak Gedung

Selanjutnya informasi mengenai kapasitas produksi struktur precast sudah diperoleh pada Tabel 10. Selanjutnya membuat skema penjadwalan PERT berdasarkan kapasitas produksi pabrikasi dan instalasi di berbagai kondisi (optimistic, most likely dan pessimistic). Berikut ini merupakan tabulasi produktivitas pekerjaan rencana versus 3 kondisi kapasitas produksi:

Tabel 1. Tabulasi Produktivitas Pekerjaan Struktur Precast Rencana Versus 3 Kondisi Kapasitas Produksi

Task Name	Units	Vol	Prod.	Durasi	Maks		Rerata		Min	
					Prod.	Durasi	Prod.	Durasi	Prod.	Durasi
PEKERJAAN STRUKTUR GEDUNG PARKIR HAKAASTON										
A. STRUKTUR PRECAST										
1. Lantai 1										
1.1. Kolom & Shearwall										
1.1.1. Pabrikasi	Unit	26	7	4	13	2	9	3	7	4
1.1.2. Instal	Unit	26	5	6	10	3	8	4	5	6
1.2. Balok										
1.2.1. Pabrikasi	m'	350	61	6	80	5	78	5	70	5
1.2.2. Instal	m'	350	22	16	32	11	28	13	23	16
1.3. Pelat/ Hollow Core Slab (HCS)										
1.3.1. Pabrikasi	m ²	1.114	150	8	180	7	175	7	160	7
1.3.2. Instal	m ²	1.114	75	15	90	13	80	14	75	15
2. Lantai 2										
2.1. Kolom & Shearwall										
2.1.1. Pabrikasi	Unit	26	7	4	13	2	9	3	7	4
2.1.2. Instal	Unit	26	3	9	6	5	5	6	3	9
2.2. Balok										
2.2.1. Pabrikasi	m'	350	61	6	80	5	78	5	70	5



Task Name	Units	Vol	Prod.	Durasi	Maks		Rerata		Min	
					Prod.	Durasi	Prod.	Durasi	Prod.	Durasi
2.2.2. Instal	m'	350	22	16	32	11	28	13	23	16
2.3. Pelat/ Hollow Core Slab (HCS)										
2.3.1. Pabrikasi	m²	1.114	150	8	180	7	175	7	160	7
2.3.2. Instal	m²	1.114	75	15	90	13	80	14	75	15
3. Lantai 3										
3.1. Kolom & Shearwall										
3.1.1. Pabrikasi	Unit	26	7	4	13	2	9	3	7	4
3.1.2. Instal	Unit	26	3	9	6	5	5	6	3	9
3.2. Balok										
3.2.1. Pabrikasi	m'	350	61	6	80	5	78	5	70	5
3.2.2. Instal	m'	350	22	16	32	11	28	13	23	16
3.3. Pelat/ Hollow Core Slab (HCS)										
3.3.1. Pabrikasi	m²	1.114	150	8	180	7	175	7	160	7
3.3.2. Instal	m²	1.114	75	15	90	13	80	14	75	15
4. Lantai 4										
4.1. Kolom & Shearwall										
4.1.1. Pabrikasi	Unit	26	7	4	13	2	9	3	7	4
4.1.2. Instal	Unit	26	3	9	6	5	5	6	3	9
4.2. Balok										
4.2.1. Pabrikasi	m'	350	61	6	80	5	78	5	70	5
4.2.2. Instal	m'	350	22	16	32	11	28	13	23	16
4.3. Pelat/ Hollow Core Slab (HCS)										
4.3.1. Pabrikasi	m²	1.114	150	8	180	7	175	7	160	7
4.3.2. Instal	m²	1.114	75	15	90	13	80	14	75	15
5. Lantai 5										
5.1. Kolom & Shearwall										
5.1.1. Pabrikasi	Unit	26	7	4	13	2	9	3	7	4
5.1.2. Instal	Unit	26	5	6	10	3	8	4	5	6
5.2. Balok										
5.2.1. Pabrikasi	m'	350	61	6	80	5	78	5	70	5
5.2.2. Instal	m'	350	22	16	32	11	28	13	23	16
5.3. Pelat/ Hollow Core Slab (HCS)										
5.3.1. Pabrikasi	m²	1.114	150	8	180	7	175	7	160	7
5.3.2. Instal	m²	1.114	75	15	90	13	80	14	75	15
6. Lantai 6										
6.1. Kolom & Shearwall										
6.1.1. Pabrikasi	Unit	26	7	4	13	2	9	3	7	4
6.1.2. Instal	Unit	26	3	9	6	5	5	6	3	9
6.2. Balok										

Peningkatan Kinerja Waktu dan Biaya dengan Integrasi Metode Penjadwalan dan Building Information Modeling (BIM) Pada pekerjaan Struktur Pracetak Bangunan Gedung

Task Name	Units	Vol	Prod.	Durasi	Maks		Rerata		Min	
					Prod.	Durasi	Prod.	Durasi	Prod.	Durasi
6.2.1. Pabrikasi	m'	350	61	6	80	5	78	5	70	5
6.2.2. Instal	m'	350	22	16	32	11	28	13	23	16
6.3. Pelat/ Hollow Core Slab (HCS)										
6.3.1. Pabrikasi	m ²	1.114	150	8	180	7	175	7	160	7
6.3.2. Instal	m ²	1.114	75	15	90	13	80	14	75	15
7. Lantai 7										
7.1. Kolom & Shearwall										
7.1.1. Pabrikasi	Unit	26	7	4	13	2	9	3	7	4
7.1.2. Instal	Unit	26	3	9	6	5	5	6	3	9
7.2. Balok										
7.2.1. Pabrikasi	m'	350	61	6	80	5	78	5	70	5
7.2.2. Instal	m'	350	22	16	32	11	28	13	23	16
7.3. Pelat/ Hollow Core Slab (HCS)										
7.3.1. Pabrikasi	m ²	1.114	150	8	180	7	175	7	160	7
7.3.2. Instal	m ²	1.114	75	15	90	13	80	14	75	15
8. Lantai 8										
8.1. Kolom & Shearwall										
8.1.1. Pabrikasi	Unit	26	7	4	13	2	9	3	7	4
8.1.2. Instal	Unit	26	3	9	6	5	5	6	3	9
8.2. Balok										
8.2.1. Pabrikasi	m'	350	61	6	80	5	78	5	70	5
8.2.2. Instal	m'	350	22	16	32	11	28	13	23	16
8.3. Pelat/ Hollow Core Slab (HCS)										
8.3.1. Pabrikasi	m ²	1.114	150	8	180	7	175	7	160	7
8.3.2. Instal	m ²	1.114	75	15	90	13	80	14	75	15
9. Lantai 9										
9.1. Kolom & Shearwall										
9.1.1. Pabrikasi	Unit	26	7	4	13	2	9	3	7	4
9.1.2. Instal	Unit	26	3	9	6	5	5	6	3	9
9.2. Balok										
9.2.1. Pabrikasi	m'	350	61	6	80	5	78	5	70	5
9.2.2. Instal	m'	350	22	16	32	11	28	13	23	16
9.3. Pelat/ Hollow Core Slab (HCS)										
9.3.1. Pabrikasi	m ²	1.114	150	8	180	7	175	7	160	7
9.3.2. Instal	m ²	1.114	75	15	90	13	80	14	75	15
10. Lantai Roof Top										
10.1. Balok										
10.1.1. Pabrikasi	m'	39	61	1	80	1	78	1	70	1

Task Name	Units	Vol	Prod.	Durasi	Maks		Rerata		Min	
					Prod.	Durasi	Prod.	Durasi	Prod.	Durasi
10.1.2. Instal	m'	39	22	2	32	2	28	2	23	2
10.2. Pelat/ Hollow Core Slab (HCS)										
10.3.1. Pabrikasi	m ²	76	76	7	180	1	175	1	160	1
10.3.2. Instal	m ²	76	75	2	90	1	80	1	75	2
ALAT	BLN			372		274		310		372
BIAYA TAK LANGSUNG	BLN			372		274		310		372

*dengan satuan durasi = hari

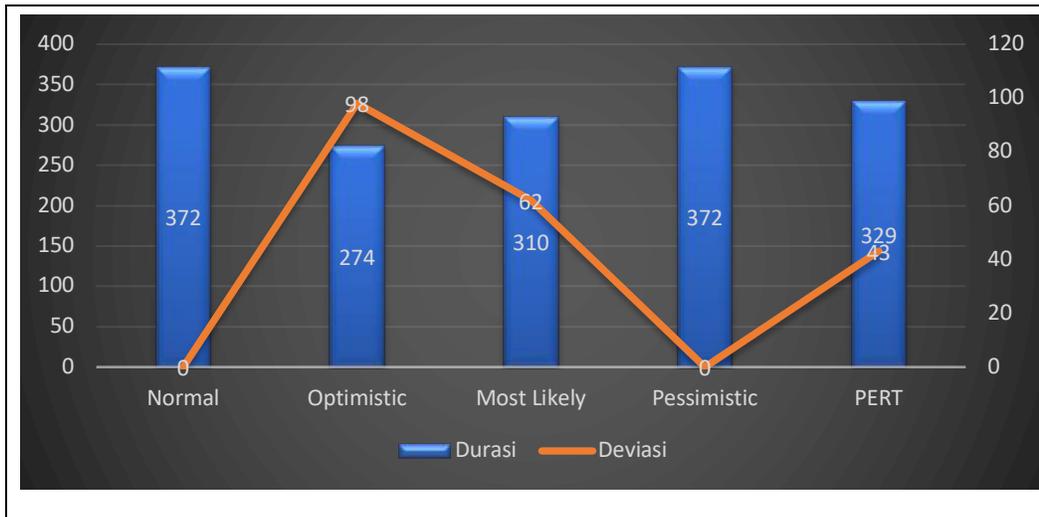
Dari Tabel 1 di atas diperoleh durasi berdasarkan masing-masing kapasitas produktivitas maksimum, rerata dan minimum. Pada durasi rencana target pekerjaan struktur precast dapat selesai membutuhkan durasi 372 hari. Namun jika produktivitas struktur precast disesuaikan berdasarkan kapasitas produksi maka diperoleh masing-masing durasi sebagai berikut: 274 hari jika kapasitas produksi maksimum, 310 hari jika diambil kapasitas produksi rerata dan 372 hari jika diambil kapasitas produksi minimum. Dari masing-masing item pekerjaan memiliki 3 kondisi durasi yang berbeda sehingga dapat dijadikan sebagai acuan dalam penentuan durasi PERT (optimistic, most likely dan pessimistic). Dalam menentukan durasi PERT untuk masing-masing item pekerjaan dapat menggunakan persamaan berikut:

$$t_e = (a + 4m + b)/6$$

Dimana: T_e merupakan durasi yang diharapkan setiap aktivitas
 a merupakan waktu optimis
 m merupakan waktu paling sering terjadi
 b merupakan waktu pesimistik

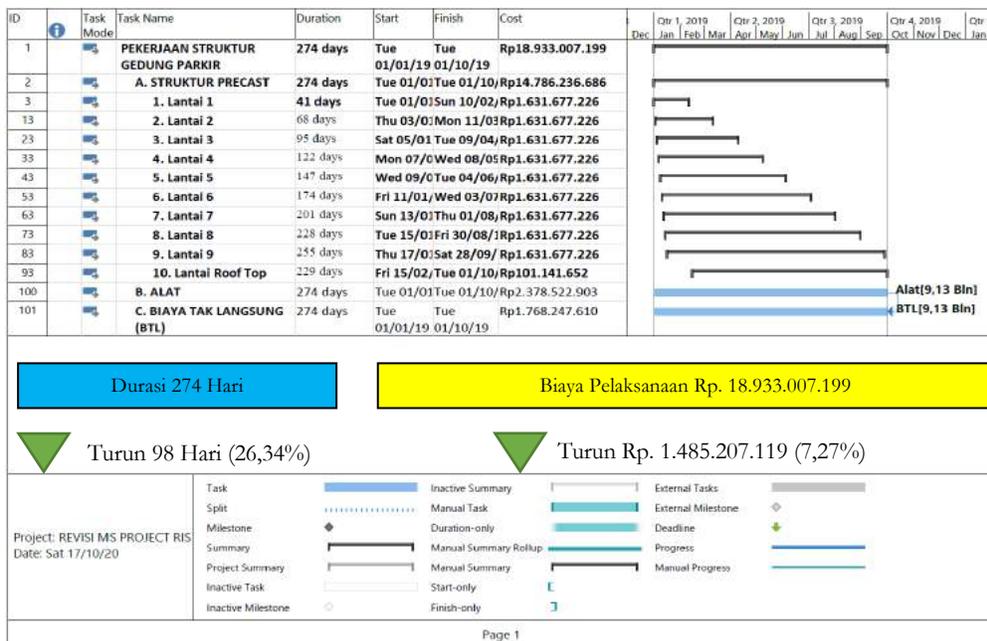
BIAYA TAK LANGSUNG	372	274	310	372	329
---------------------------	-----	-----	-----	-----	-----

Peningkatan Kinerja Waktu dan Biaya dengan Integrasi Metode Penjadwalan dan Building Information Modeling (BIM) Pada pekerjaan Struktur Pracetak Bangunan Gedung



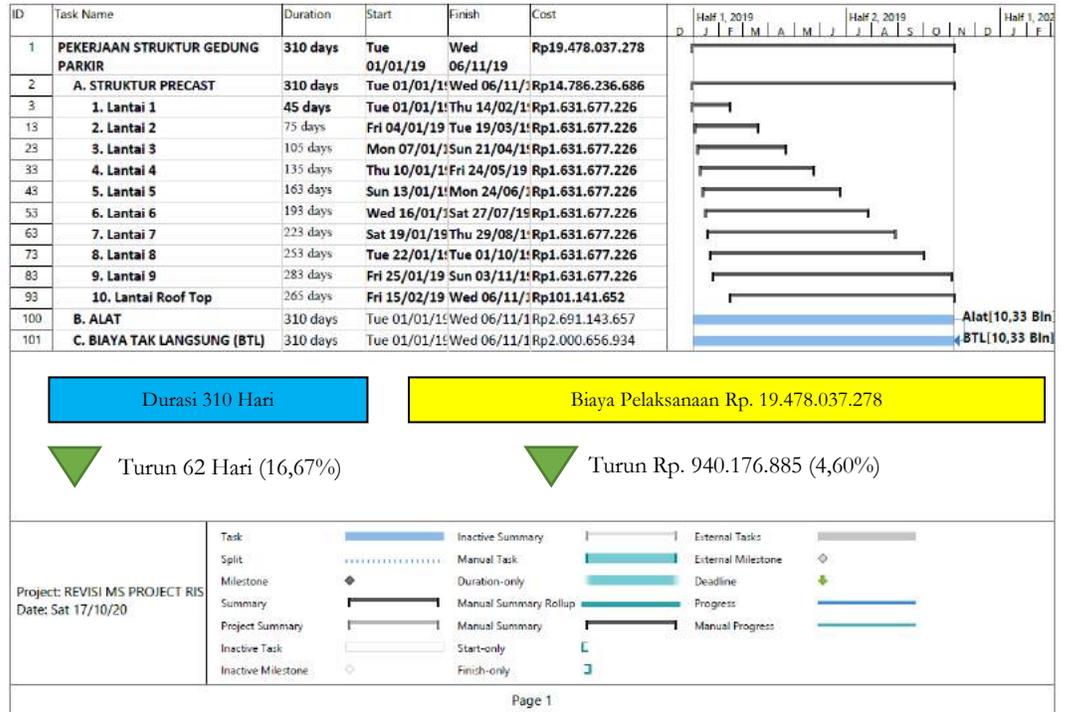
Tabel 2 menunjukkan bahwa durasi pelaksanaan PERT untuk pekerjaan struktur precast bangunan gedung parkir dapat diselesaikan dalam kurun waktu 329 hari. Artinya 43 hari lebih cepat dari durasi rencana. Masing-masing durasi telah diperoleh maka tahap selanjutnya mengevaluasi dampak perubahan durasi pelaksanaan terhadap biaya pelaksanaan. Analisis dilakukan pada empat kondisi durasi pelaksanaan yaitu optimistic, most likely dan PERT. Simulasi dilakukan pada aplikasi Microsoft Project dengan hasil simulasi sebagai berikut:

1. Durasi Optimistic



Gambar 1. Simulasi Durasi Optimistic dan Biaya Proyek

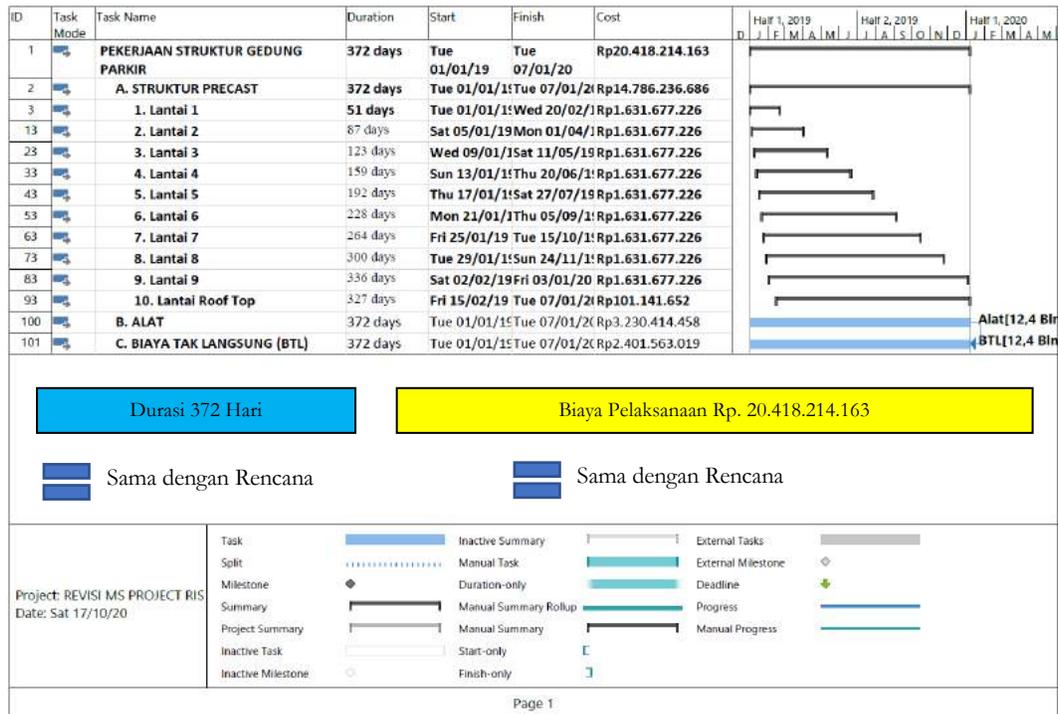
2. Durasi *Most Likely*



Gambar 2. Simulasi Durasi *Most Likely* dan Biaya Proyek

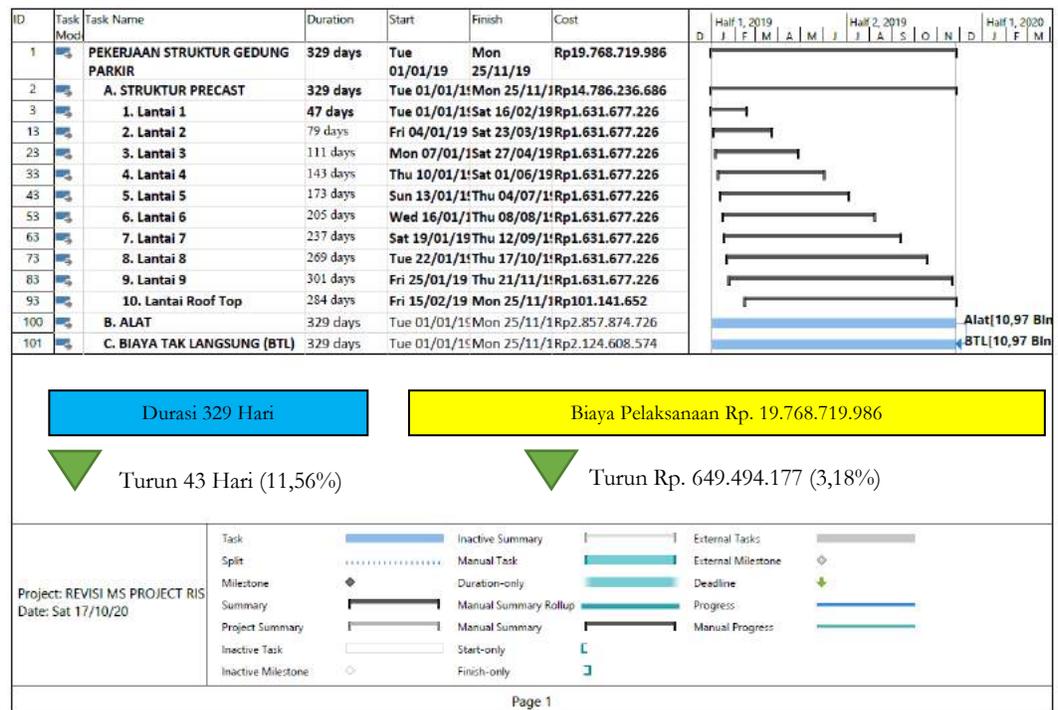
3. Durasi *Pessimistic*

Peningkatan Kinerja Waktu dan Biaya dengan Integrasi Metode Penjadwalan dan Building Information Modeling (BIM) Pada pekerjaan Struktur Pracetak Bangunan Gedung



Gambar 3. Simulasi Durasi *Pessimistic* dan Biaya Proyek

4. Durasi PERT



Gambar 4. Simulasi Durasi PERT dan Biaya Proyek

Dari masing-masing durasi maka durasi hasil analisis metode PERT diperoleh pelaksanaan pekerjaan struktur precast dapat diselesaikan dengan waktu 329 Hari dengan tingkat efisiensi sebesar 43 hari (11,56%). Sedangkan biaya yang diperlukan sebesar Rp. 19.768.719.968 dengan tingkat efisiensi sebesar Rp. 649.494.177 (3,18%). Komparasi biaya dan durasi pelaksanaan rencana versus PERT dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 2. Komparasi Biaya dan Durasi Pekerjaan Struktur *Precast* Proyek Bangunan Gedung

URAIAN	DURASI NORMAL	DURASI PERT	EFISIENSI
Struktur	Rp. 14.786.236.686	Rp. 14.786.236.686	 3,18%
Alat	Rp. 3.230.414.458	Rp. 285.7874.726	
Biaya Tak Langsung	Rp. 2.401.563.019	Rp. 2.124.608.574	
Biaya	Rp. 20.418.214.163	Rp. 19.768.719.986	
Deviasi	Rp. 649.494.177		Biaya Turun
Waktu	372 Hari	329 Hari	 11,56%
Deviasi	43 Hari		

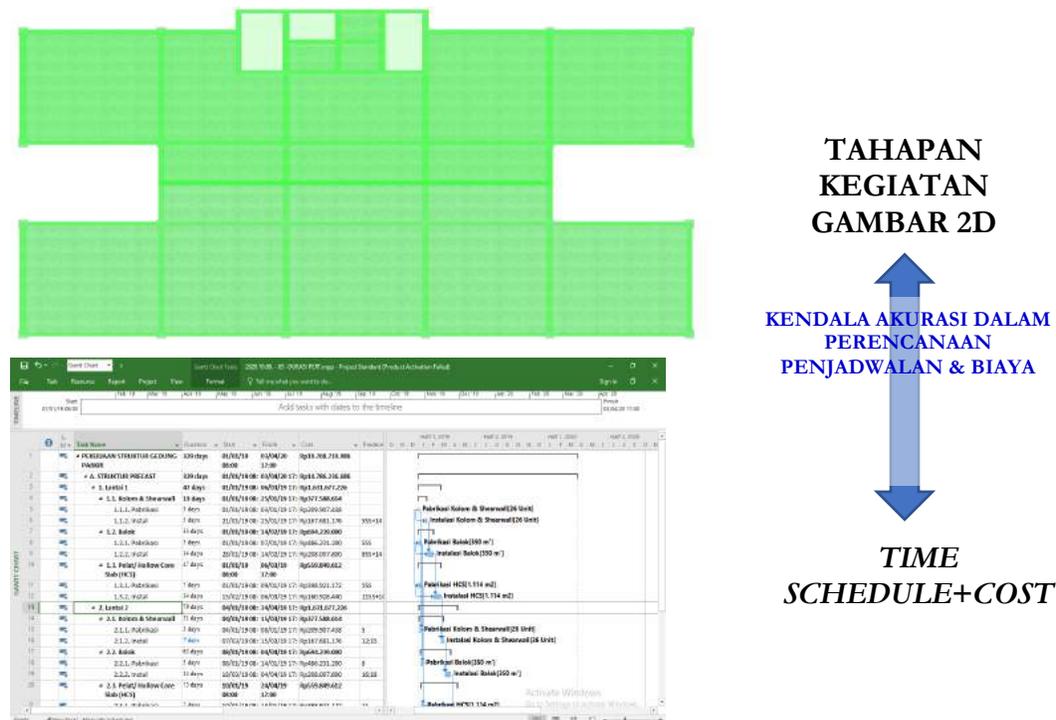
Penerapan PERT, BIM 4D dan 5D pada Pekerjaan Struktur Precast Bangunan Gedung

Mengenai optimasi biaya dan waktu pelaksanaan proyek pekerjaan struktur precast bangunan gedung dengan menerapkan integrasi metode penjadwalan PERT dengan instrument BIM 4D dan 5D. Terdapat beberapa tahapan dalam penelitian ini yaitu yang pertama, evaluasi data proyek meliputi: deskripsi pekerjaan, durasi proyek, biaya pelaksanaan. Kedua, evaluasi durasi pelaksanaan dengan menerapkan metode PERT dalam rangka optimasi durasi pelaksanaan serta menganalisis dampak terhadap biaya pelaksanaan. Ketiga, melakukan modeling 3D serta simulasi dan visualisasi penjadwalan dan biaya proyek melalui BIM 4D dan 5D.

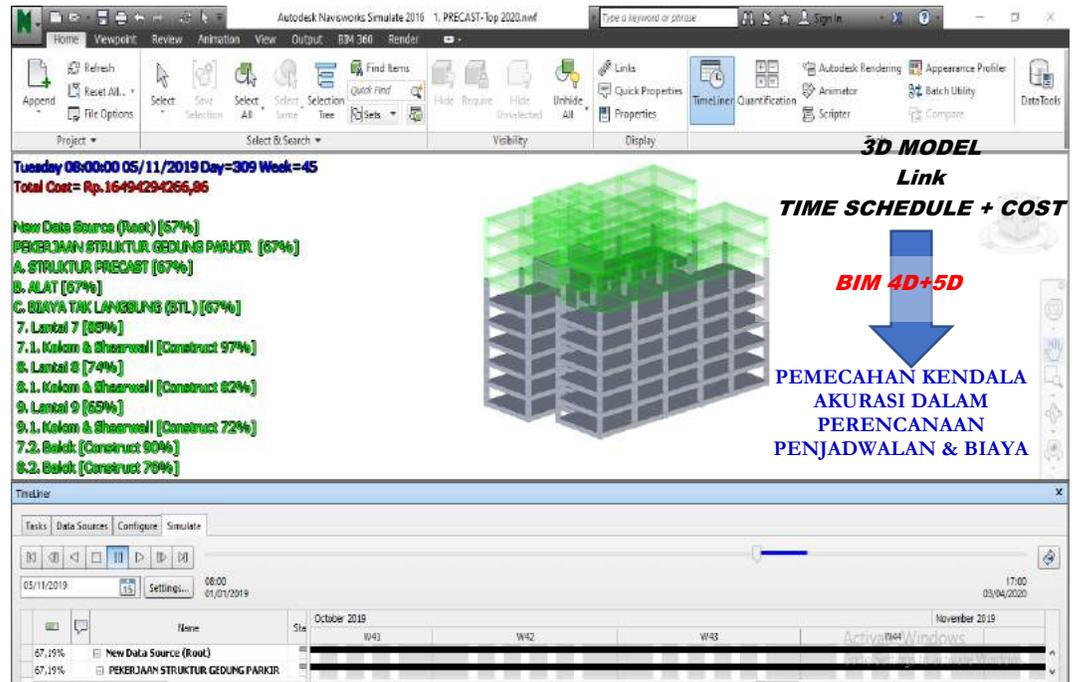
Hasil Penerapan PERT, BIM 4D dan 5D pada Pekerjaan Struktur Precast Bangunan Gedung

Dalam penelitian ini, visualisasi 2D pada pekerjaan tipikal yang ditempatkan tumpang tindih (overlapping), sehingga kemungkinan terjadinya konflik dan tidak akurasi pada proses perencanaan tahapan kegiatan dan penjadwalan Bar Chart. Untuk gambaran umum konflik proses perencanaan dapat dilihat pada gambar 48 yang menjelaskan perencanaan tahapan kegiatan dan penjadwalan Bar Chart dengan visualisasi 2D dan gambar 49 yang menjadi solusi untuk mengatasi kendala visualisasi proses perencanaan dengan melakukan pemodelan 4D+5D yang menghubungkan model 3D dengan penjadwalan Bar Chart dengan Ms Project sehingga dicapai efisiensi dan akurasi pada proses perencanaan durasi dan biaya.

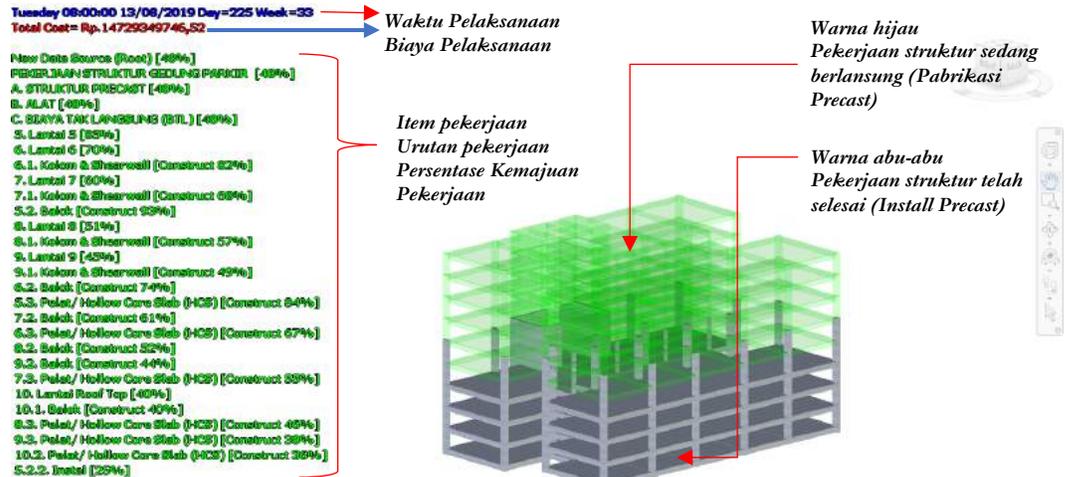
Simulasi dan Visualisasi BIM 4D+5D memperlihatkan kemajuan pelaksanaan dengan progress setiap bulan. Di atas sisi kiri atas simulasi tercantum tanggal, urutan kegiatan yang sedang berlangsung, persentase kemajuan pekerjaan dan durasi dan biaya pelaksanaan struktur Precast yang diperlihatkan pada gambar 50.



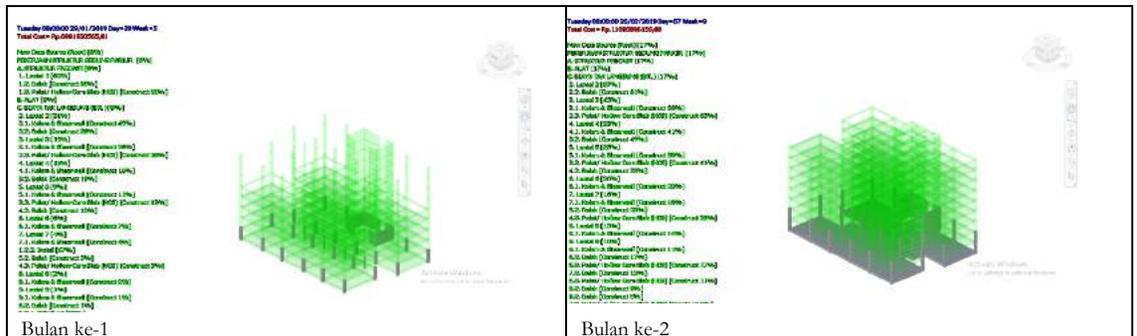
Gambar 5. Kendala akurasi pada proses perencanaan penjadwalan & biaya tradisional (2D)



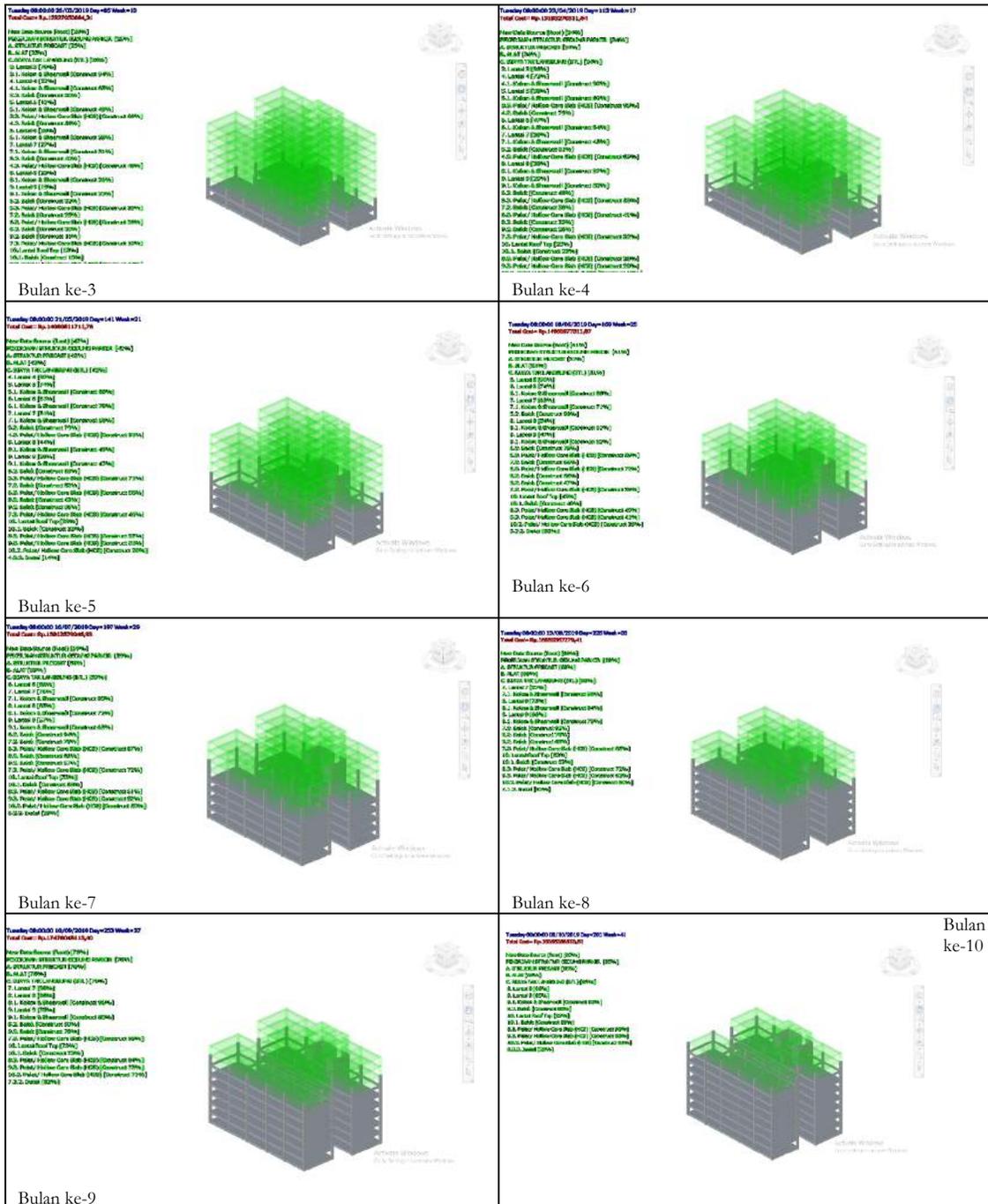
Gambar 8. Kendala akurasi pada proses perencanaan penjadwalan & biaya tradisional (2D)

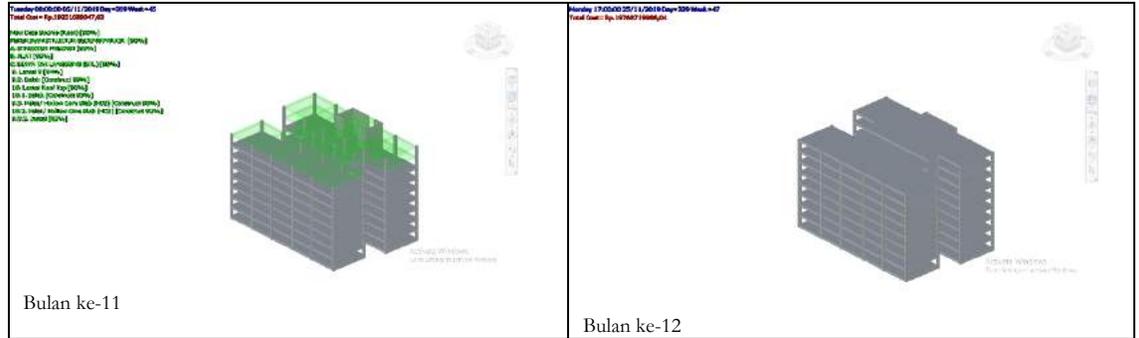


Gambar 6. Snapshot Simulasi & Visualisasi BIM 4D (TIME) + 5D (COST)



Peningkatan Kinerja Waktu dan Biaya dengan Integrasi Metode Penjadwalan dan Building Information Modeling (BIM) Pada pekerjaan Struktur Pracetak Bangunan Gedung





Gambar 7. Output Simulasi & Visualisasi BIM 4D (TIME) + 5D (COST) (Per Bulan)

Berdasarkan analisa data yang telah dilakukan diperoleh hasil penelitian mengenai PERT dan Building Information Modeling (BIM) 4D+5D pada Pekerjaan Struktur Precast Bangunan Gedung Parkir. Berikut adalah uraian pembahasan hasil penelitian dalam analisa data yang telah dilakukan.

1. Kemungkinan terjadinya konflik dan kesalahan pada proses perencanaan tahapan kegiatan dan penjadwalan Bar Chart pada visualisasi 2D pekerjaan tipikal yang ditempatkan tumpang tindih (overlapping), diantaranya adalah pada pekerjaan Struktur Precast tipikal bangunan gedung.
2. Solusi untuk mengatasi kendala visualisasi proses perencanaan dengan melakukan pemodelan 4D+5D yang menghubungkan model 3D dengan penjadwalan Bar Chart sehingga dicapai efisiensi dan akurasi pada proses perencanaan durasi & biaya konstruksi.
3. Pemodelan BIM 4D dan 5D memberikan visualisasi dan alat komunikasi manajemen yang efektif serta membantu tim proyek maupun owner dalam pemahaman teknik dan rencana konstruksi.

Inovasi pada metode penjadwalan melalui penerapan PERT dan teknologi konstruksi digital berbasis BIM 4D untuk menghasilkan time schedule yang lebih akurat dan efisien sehingga dapat meningkatkan kinerja waktu dan biaya.

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan metode PERT, BIM 4D dan 5D pada pekerjaan struktur precast bangunan gedung diperoleh durasi pelaksanaan 329 Hari dari durasi rencana 372 hari dengan biaya pelaksanaan sebesar Rp. 19.768.719.986 dari biaya rencana sebesar Rp. 20.418.214.163.
2. Penerapan metode PERT, BIM 4D dan 5D pada pekerjaan struktur precast bangunan gedung diperoleh efisiensi durasi 43 hari (11,56%) terhadap durasi rencana serta efisiensi biaya sebesar Rp. 649.494.177 (3,185) terhadap biaya rencana

DAFTAR PUSTAKA

- Andi A., Lalitan D., & Loanata V.R. (2010). Owner and Contractor Perceptions Toward Factors Causing Delays in Structural and Finishing Works. *Civil Engineering Dimension*, 12(1), 8–17.
- Arianto, A. (2010). Eksplorasi Metode Bar Chart, CPM, PDM, PERT, Line Of Balance Dan Time Chainage Diagram Dalam Penjadwalan Proyek Konstruksi. *Universitas Diponegoro*, 166(25), 1–155.
- Azhar, S. (2011). *Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry*. 11(Bazjanac 2006), 241–252.
- Project Management Institute. (2013). *A Guide to the Project Management Body of Knowledge (PMBOK Guide) (Fifth Edit)*. Newtown Square, Pennsylvania: 14 Campus Boulevard