

Analisa Efektivitas Biaya Pada Elemen Pemipaan Bangunan Menggunakan Metode *Integrated Project Delivery*

Studi Kasus: Proyek Fasilitas Kesehatan Masyarakat di Jawa Timur

Nadya Putri Azzura¹, Handoyotomo²

¹Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

¹Surel: 19515011@students.uui.ac.id

ABSTRAK: Dalam metode pendekatan *Traditional Project Delivery* (TPD) kerap ditemukan berbagai masalah sehingga dianggap tidak efisien. Objek dari makalah ini adalah menggarisbawahi dan menggambarkan peran simulasi *Integrated Project Delivery* (IPD) dalam memperhitungkan volume serta efektivitas biaya pada elemen yang dipilih dalam sebuah proyek untuk kemudian dibandingkan dengan perhitungan yang telah dilakukan dengan pendekatan TPD. Selanjutnya, makalah ini juga menggambarkan peran dari permodelan informasi bangunan atau *building information modelling* (BIM) dalam mengintegrasikan sistem-sistem serta elemen-elemen dalam bangunan untuk dapat didiskusikan oleh seluruh pihak sebelum proses konstruksi sebagai usaha preventif mencegah masalah saat pelaksanaan melalui deteksi dini. Metode yang digunakan adalah metode komparasi simulatif antara TPD dan IPD dengan melakukan perhitungan volume serta biaya dari elemen terpilih. Tujuan dari makalah ini adalah untuk menggambarkan bagaimana tingkat efektivitas biaya elemen terpilih dalam pelaksanaan proyek yang menggunakan pendekatan IPD yang dibantu dengan pengoperasian BIM. Hasil dari makalah ini adalah perbandingan kuantitas volume serta biaya antara perhitungan metode TPD dan IPD sehingga dapat diketahui proyeksi biaya yang lebih valid pada elemen terpilih.

Kata kunci: efektivitas biaya, pemipaan, *integrated project delivery*.

PENDAHULUAN

Metode Pengantar Proyek

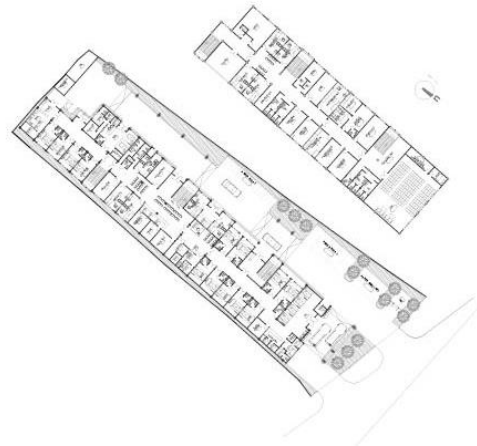
Penggunaan metode *Traditional Project Delivery* (TPD) yang saat ini masih banyak digunakan oleh sektor konstruksi di Indonesia memiliki beberapa keterbatasan. Beberapa alternatif sistem pendekatan sebenarnya telah digunakan untuk dikembangkan sehingga mampu meminimalisasi keterbatasan pada setiap sistem pendekatan. Bagaimanapun, sistem pendekatan tersebut masih memisahkan pekerjaan dan tanggung jawab para pihak dalam penyelenggaraan pengadaan bangunan. Berbeda dengan *Integrated Project Delivery* (IPD) yang muncul sebagai metode yang potensial untuk dapat merevolusi penyampaian proyek. Tidak seperti alternatif lain, IPD berfokus pada peningkatan kualitas pekerjaan dan menghasilkan performa yang lebih baik secara menyeluruh dengan mengintegrasikan proses, alat, dan bahkan para pihak seperti klien, arsitek, dan kontraktor dalam satu kesatuan sistem. Beberapa kegiatan konstruksi lebih memilih TPD karena merasa TPD lebih realistis, mudah, dan aplikatif untuk diterapkan dibandingkan dengan IPD. Begitu pula sebaliknya, beberapa kegiatan konstruksi lebih memilih IPD karena menganggap bahwa IPD mampu menyelesaikan masalah lebih banyak dibandingkan dengan TPD. Namun, implementasi IPD khususnya di Indonesia masih dalam tahap awal sehingga sangat sedikit proyek yang diselesaikan dengan sistem ini karena berbagai alasan. Faktor-faktor ini nantinya akan dikaji dengan komparasi yang bersifat simulatif antara TPD dan IPD melalui studi kasus pengadaan bangunan. Tujuan dari makalah ini adalah untuk menggambarkan bagaimana tingkat efektivitas biaya pelaksanaan proyek yang menggunakan pendekatan IPD yang dibantu dengan penggunaan *Building Information Modelling*.

Pengenalan Proyek Terpilih Sebagai Studi Kasus

Proyek yang akan digunakan sebagai bahan studi kasus pada makalah ini adalah pengadaan sebuah bangunan fasilitas kesehatan masyarakat yang berlokasi di Jawa Timur. Proyek ini merupakan kegiatan dalam rangka fasilitasi sebuah bangunan dengan fungsi pelayanan kesehatan yang kedepannya akan mempersiapkan diri kembali untuk menaikkan standar dan tipenya. Hal tersebut membuat proyek ini berfokus pada biaya pelaksanaan yang efektif (*effective cost*) karena sejak awal, rancangan ini perlu memproyeksikan kembali visi serta biaya konstruksi jangka panjang untuk mengantisipasi adanya kemungkinan pelaksanaan pembangunan bertahap ke depannya.

Pengembangan Manajemen Proyek Terpadu

Proyek	: Fasilitasi Peningkatan Puskesmas Menjadi Tipe D
Lokasi	: Jawa Timur 63261
Luas Tanah	: 2.681,845 m ²
Luas Bangunan	: 2.265,6 m ²
Lapis Bangunan	: 2 lantai
Tinggi Bangunan	: 10,5 meter
Tipe Bangunan	: Puskesmas Rawat Inap
Jumlah Bed	: 13 bed
Pemilik	: Dinas Kesehatan Kabupaten



Gambar 1 Perspektif dan Denah Bangunan

Puskesmas atau ‘pusat kesehatan masyarakat’ adalah organisasi kesehatan fungsional yang menjadi pusat pengembangan kesehatan masyarakat. Puskesmas juga menjadi wadah bagi masyarakat untuk memberikan berbagai pelayanan bantuan, pemeriksaan pasien, konsultasi dan penyuluhan, serta pelayanan kesehatan lainnya kepada masyarakat di wilayah kerjanya. Mulanya, Puskesmas ini hanya memfasilitasi rawat jalan, kemudian dikembangkan di lokasi baru (3 km jaraknya dari lokasi semula) untuk menjadi Puskesmas tipe baru dengan tidak hanya memfasilitasi pasien rawat jalan tetapi juga memfasilitasi pasien rawat inap. Puskesmas ini berfokus pada layanan PONED (perawatan obstetri neonatal emergency dasar). Tindakan medis yang diberikan adalah pelayanan operatif terbatas dan rawat inap sementara. Jadi jika kondisi pasien tidak kunjung membaik maka puskesmas akan merujuk pasien tersebut ke rumah sakit dengan tipe yang lebih tinggi.

KAJIAN TEORI

Integrated Project Delivery

IPD adalah metode pelaksanaan proyek konstruksi yang mengupayakan efisiensi dan keterlibatan semua peserta (orang, sistem, struktur dan praktik bisnis) melalui semua fase desain, fabrikasi, dan konstruksi. (AIA California, 2007). IPD menggabungkan gagasan dari praktik terintegrasi dan konstruksi ramping. Tujuan IPD adalah untuk meningkatkan produktivitas, mengurangi limbah (limbah digambarkan sebagai sumber daya yang dihabiskan untuk kegiatan yang tidak menambah nilai pada produk akhir), menghindari kelebihan waktu, meningkatkan kualitas produk akhir, dan mengurangi konflik antara pemilik, arsitek, dan kontraktor selama konstruksi. IPD menekankan penggunaan teknologi untuk memfasilitasi komunikasi antara pihak-pihak yang terlibat dalam proses konstruksi.

Efektifitas Biaya

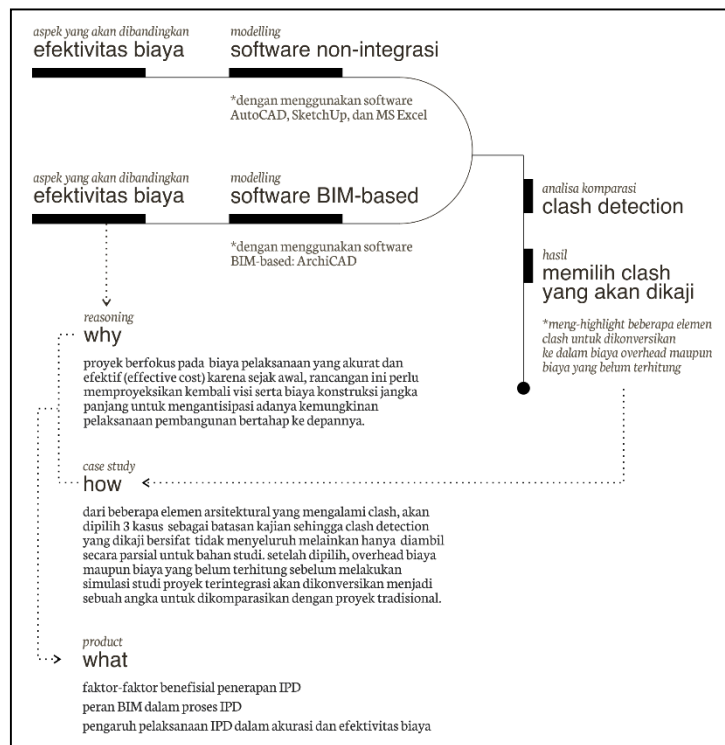
Metode penyampaian proyek kolaboratif seperti IPD diyakini berkontribusi pada waktu penyelesaian yang lebih cepat, biaya proyek keseluruhan yang lebih rendah, dan kualitas yang lebih tinggi. Tujuan dari studi ini adalah untuk menguji apakah metode penyampaian proyek kolaboratif memberikan nilai yang menguntungkan. Efektivitas biaya dapat didefinisikan sebagai nilai terbaik

untuk uang. Efektivitas sendiri merupakan suatu kondisi yang menunjukkan tingkat keberhasilan atau pencapaian suatu tujuan yang diukur dengan kualitas, kuantitas, dan waktu, sesuai dengan apa yang telah direncanakan sebelumnya. Parameter ini mencakup persyaratan ruang lingkup yang terjangkau, kualitas termasuk nilai estetika, waktu pengerjaan, peningkatan produksi atau pengurangan biaya operasi, dan seterusnya, semua sesuai dengan jenis proyek dan tujuan proyek dasar asli. Ketika konsultan perencana menerima tugas untuk membuat spesifikasi dan gambar kerja, seluruh staf harus memahami dengan jelas bahwa mereka mengeluarkan uang untuk dua tingkat yang berbeda. Pertama adalah biaya operasional perancangan itu sendiri. Kedua adalah biaya untuk menempatkan desain secara fisik pada tempatnya. Untuk mengetahui efektivitas biaya pada kedua metode pendekatan, dilakukan perhitungan ulang volume serta biaya sesuai dengan metode pendekatan masing-masing.

METODE PENELITIAN

Pada bagian ini akan dipaparkan mengenai tahapan apa saja yang perlu diperhatikan untuk menemukan faktor-faktor yang akan digunakan untuk melakukan studi komparasi simulatif antara TPD dan IPD. Penelitian ini didasarkan kepada sebuah proyek perancangan yang nyata yang menggunakan TPD, untuk kemudian dilakukan sebuah perbandingan antara suatu keadaan sesungguhnya dengan sebuah simulasi pelaksanaan IPD pada proyek tersebut. Tahapan penelitian yang dilakukan yaitu :

- a. Mengumpulkan data perancangan multidisiplin arsitektural, structural, serta mekanikal pada proyek nyata, baik dengan metode TPD maupun IPD.
- b. Melakukan permodelan bangunan menggunakan BIM pada IPD untuk dibandingkan dengan permodelan non-integrasi pada TPD di elemen terpilih (elemen pemipaan).
- c. Melakukan *clash detection* serta emproyeksikan kendala yang muncul pada saat pelaksanaan bila *clash* dan kesalahan lain dalam merancang tidak terdeteksi di awal.
- d. Mensimulasikan dan memproyeksikan benefit dari keterlibatan para pihak terkait; pemilik, arsitek, dan pembangun, bila mereka melakukan konsolidasi dari awal perancangan hingga konstruksi selesai.
- e. Menganalisa benefit dan resiko kedua metode.
- f. Mengkonversi biaya yang dibutuhkan untuk pelaksanaan proyek, baik dengan metode TPD maupun IPD untuk kemudian dibandingkan keduanya.



Gambar 2 Kerangka Berpikir
 Sumber: Ilustrasi Peneliti tahun 2020

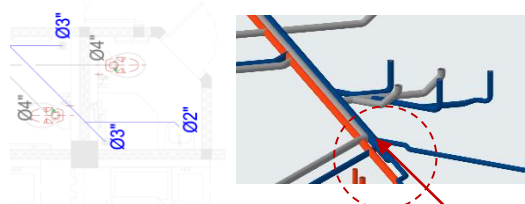
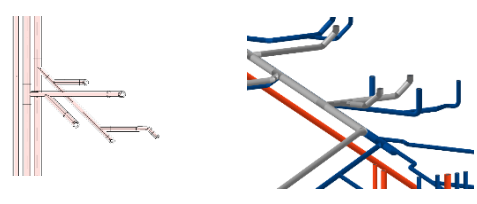
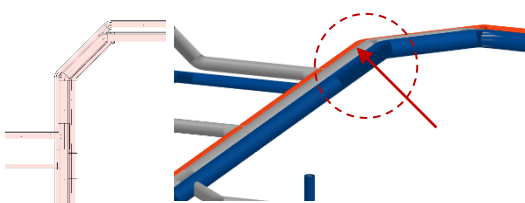
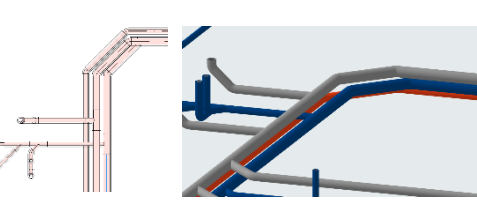
HASIL DAN PEMBAHASAN

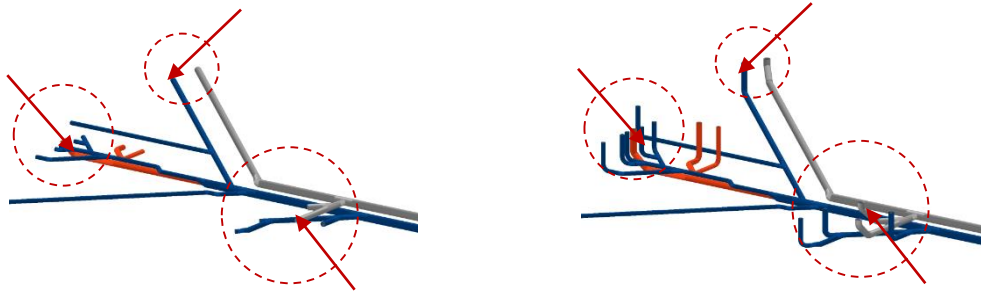
Clash Detection dan Temuan Lainnya

Pada studi kasus ini, sistem yang akan dibandingkan efektivitas biayanya adalah sistem MEP. Elemen plumbing pipa air dipilih sebagai batasan masalah dan dikaji guna memperlihatkan gambaran kasar bagaimana sebuah metode pendekatan proyek mampu mempengaruhi biaya. Studi ini diawali dengan mengumpulkan data, dokumen gambar, serta perhitungan biaya yang lengkap dari pendekatan TPD, untuk kemudian ditinjau ulang dengan simulasi IPD yang dibantu oleh BIM. BIM berperan besar dalam pendeteksian masalah dalam proyek di tahap pra-konstruksi, sebab BIM mampu memvisualisasi serta mengintegrasikan berbagai pekerjaan yang menjadi tanggung jawab seluruh pihak, baik; 1) arsitek atau konsultan perencana dengan produk rancangannya, 2) kontraktor dengan produk hitungan struktur dan proyeksi kemampuan bahan, material, serta manpower untuk merealisasikan proyek, 3) konsultan MEP, dengan produk pemetaan sistem bangunan, 4) owner, sebagai subyek yang mengontrol ruang kerja pihak-pihak selain dirinya, baik saat pra-konstruksi dengan BIM viewer maupun di lapangan saat konstruksi.

Dalam proyek TPD pada umumnya, banyak terjadi masalah yang baru diketahui saat di lapangan. Dalam proyek IPD, tentu terdapat masalah sama halnya seperti TPD, hanya saja IPD berusaha mereduksi kesalahan tersebut, diawali dengan modelling proyek menggunakan BIM sebagai usaha deteksi dini. Dengan adanya data yang sudah ada dari proyek TPD, setelah disimulasikan dengan metode IPD dibantu dengan BIM, ternyata ditemukan kasus clash dan temuan lainnya. Tabel berikut memaparkan beberapa masalah yang ditemukan pada elemen plumbing proyek ini :

Tabel 1 Clash Detection dan Temuan Lainnya

<i>Traditional Project Delivery Modelling</i>	<i>Integrated Project Delivery Modelling Simulation</i>
 <p data-bbox="207 1294 750 1400">Pipa hanya digambar skematik dengan garis tanpa memvisualisasikan detail diameter sehingga pipa saling bertabrakan.</p>	 <p data-bbox="774 1294 1284 1435">Pipa disimulasikan ulang menggunakan BIM dan telah didetailkan menjadi pipa berdiameter. Pipa menjadi harus bergeser posisinya.</p>
 <p data-bbox="207 1668 750 1774">Pipa berada di elevasi yang sama dan hal ini juga membuat banyak bagian bertabrakan.</p>	 <p data-bbox="774 1668 1284 1805">Elevasi beberapa pipa disesuaikan. Dari sini, diketahui bahwa ternyata ada volume yang sebelumnya belum terhitung.</p>



Karena pipa yang digambar hanya di level 2D, maka yang terinput baru pipa horizontalnya saja, sedangkan pipa vertikal masih belum terpetakan dan belum terikut saat penghitungan volume.

Pipa vertikal ditambahkan dan disesuaikan dengan pipa horizontal yang ada. Tentunya, penambahan volume pipa vertikal ini membuat biaya bertambah. Dengan adanya IPD, biaya ini setidaknya sudah dapat diperkirakan di awal sebelum konstruksi.

Sumber: Hasil Penelitian tahun 2020

Perubahan Pekerjaan

Dari pemaparan sebelumnya, telah ditemukan beberapa masalah pada elemen pipa karena ternyata belum terintegrasi dengan baik dengan elemen struktural dan arsitektural. Adanya kesalahan ini mengharuskan kegiatan perubahan pekerjaan untuk mengelaborasi seluruh sistem dan membutuhkan persetujuan dari para pihak. Perubahan pekerjaan atau *change order* sering terjadi dalam pelaksanaan proyek konstruksi baik pada awal, pertengahan, maupun pada akhir pelaksanaan proyek. Menurut AIA (*American Institute of Architects*) *change order* adalah sebuah permintaan secara tertulis yang ditandatangani oleh arsitek, kontraktor, dan pemilik yang dibuat setelah kontrak diterbitkan, yang mempunyai kuasa untuk mengubah ruang lingkup pekerjaan atau melakukan penyesuaian pada nilai kontrak dan waktu penyelesaian pekerjaan.

Adanya perubahan pekerjaan yang telah disepakati oleh pemilik, kontraktor, dan arsitek yang mengubah beberapa kondisi dari dokumen kontrak awal, seperti menambah, mengurangi pekerjaan, dan adanya perubahan dapat pula mengubah nilai kontrak, jadwal pelaksanaan, dan jadwal pembayaran. Perubahan pekerjaan yang meliputi kesalahan, kelalaian, dan modifikasi desain yang sebenarnya bisa dikontrol oleh keterlibatan awal dan konsolidasi secara berkala dari seluruh pihak dalam suatu proyek bahkan sejak penunjukan para pihak tersebut sehingga perubahan pekerjaan dapat tereduksi. Dengan adanya reduksi perubahan pekerjaan tersebut, maka ada biaya-biaya yang diperkirakan dapat lebih valid. Reduksi perubahan pekerjaan ini dapat dikendalikan dengan mengubah pendekatan pengiriman, dalam kasus ini dengan pendekatan IPD. Setelah dilakukan simulasi IPD dengan mencoba mengintegrasikan elemen pemipaan dengan elemen lainnya, terdapat beberapa hal yang cukup membuat perbedaan pendekatan TPD dan IPD terasa nyata dan penggunaan metode pendekatan berpengaruh besar terhadap seluruh tahapan proyek, utamanya biaya.

Komparasi Biaya

Pada studi kasus ini, biaya yang akan dibandingkan adalah biaya MEP khususnya instalasi air kotor, air bekas, dan vent cap, antara pengerjaan dengan pendekatan tradisional dan pendekatan terintegrasi. Komparasi biaya ini dimulai dengan memetakan ulang volume bahan serta material yang dibutuhkan, baru kemudian dikonversikan menjadi biaya. Ruang lingkup yang dijangkau yaitu rancangan pra-konstruksi untuk mengetahui elemen apa saja yang terdapat kesalahannya dalam gambar rancangan. Dengan demikian, kesalahan yang dapat terdeteksi di awal dapat dipetakan kuantitas atau volume bahan serta materialnya, dapat diproyeksikan tambahan biaya yang diperlukan yang sebelumnya belum terhitung, dan mungkin sebaliknya dapat dilakukan penghematan dari kesalahan desain yang ternyata dapat dihindari. Dari simulasi yang telah dilakukan sebelumnya, aspek-aspek serta perubahan pekerjaan tersebut dalam studi kasus ini ternyata juga berpengaruh terhadap biaya. Tabel berikut memaparkan kedua perhitungan volume serta biaya yang dilakukan dengan dua pendekatan berbeda yaitu TPD dan IPD.

Tabel 2 Komparasi Biaya

Traditional Project Delivery vs Integrated Project Delivery Costing							
PEKERJAAN INSTALASI AIR BERSIH							
Instalasi Pipa Air Bersih Gedung							
Uraian	Sat.	Vol. TPD	Vol. IPD	Harga Satuan	Jumlah Harga TPD	Jumlah Harga IPD	
Lantai 1							
Pipa PPR PN 10 Ø 3/4 "	m	159.00	172.45	Rp 27,400.00	Rp 4,356,600.00	Rp 4,725,130.00	
Pipa PPR PN 10 Ø 1 "	m	44.00	56.88	Rp 33,800.00	Rp 1,487,200.00	Rp 1,922,544.00	
Pipa PPR PN 10 Ø 1 1/2 "	m	45.00	51.73	Rp 67,600.00	Rp 3,042,000.00	Rp 3,496,948.00	
Alat bantu+hanger	ls	1.00	1.00	Rp 500,000.00	Rp 500,000.00	Rp 500,000.00	
Lantai 2							
Pipa PPR PN 10 Ø 3/4 "	m	228.00	237.72	Rp 27,400.00	Rp 6,247,200.00	Rp 6,513,528.00	
Pipa PPR PN 10 Ø 1 "	m	112.00	121.45	Rp 33,800.00	Rp 3,785,600.00	Rp 4,105,010.00	
Pipa PPR PN 10 Ø 1 1/2 "	m	87.00	93.68	Rp 67,600.00	Rp 5,881,200.00	Rp 6,332,768.00	
Pipa PPR PN 10 Ø 2 "	m	16.00	21.95	Rp 98,200.00	Rp 1,571,200.00	Rp 2,155,490.00	
Alat bantu+hanger	ls	1.00	1.00	Rp 500,000.00	Rp 500,000.00	Rp 500,000.00	
Lantai Roof							
Pipa PPR PN 10 Ø 2 "	m	89.00	96.79	Rp 98,200.00	Rp 8,739,800.00	Rp 9,504,778.00	
Alat bantu+hanger	ls	1.00	1.00	Rp 500,000.00	Rp 500,000.00	Rp 500,000.00	
					Rp 36,610,800.00	Rp 40,256,196.00	
PEKERJAAN INSTALASI AIR KOTOR , AIR BEKAS & VENT CAP							
Instalasi Pipa Air Kotor & Bekas							
Uraian	Sat.	Vol. TPD	Vol. IPD	Harga Satuan	Jumlah Harga TPD	Jumlah Harga IPD	
Lantai 1							
Pipa PVC AW Ø 1 1/2 "	m	19.00	23.42	Rp 40,100.00	Rp 761,900.00	Rp 939,142.00	
Pipa PVC AW Ø 2 "	m	54.00	88.12	Rp 48,300.00	Rp 2,608,200.00	Rp 4,256,389.20	
Pipa PVC AW Ø 3 "	m	65.00	71.80	Rp 87,800.00	Rp 5,707,000.00	Rp 6,304,040.00	
Pipa PVC AW Ø 4 "	m	39.00	41.35	Rp 138,400.00	Rp 5,397,600.00	Rp 5,722,840.00	
Alat bantu+hanger+trap	ls	1.00	1.00	Rp2,500,000.00	Rp 2,500,000.00	Rp 2,500,000.00	
Pipa Vent							

Pipa PVC D Ø 1 1/2 "	m	12.00	18.12	Rp 28,900.00	Rp 346,800.00	Rp 523,668.00
Pipa PVC D Ø 2 "	m	32.00	41.88	Rp 34,000.00	Rp 1,088,000.00	Rp 1,423,920.00
Pipa PVC D Ø 4 "	m	16.00	20.51	Rp 76,300.00	Rp 1,220,800.00	Rp 1,564,913.00
Lantai 2						
Pipa PVC AW Ø 1 1/2 "	m	43.00	46.00	Rp 40,100.00	Rp 1,724,300.00	Rp 1,844,600.00
Pipa PVC AW Ø 2 "	m	128.00	144.75	Rp 48,300.00	Rp 6,182,400.00	Rp 6,991,425.00
Pipa PVC AW Ø 3 "	m	98.00	102.51	Rp 87,800.00	Rp 8,604,400.00	Rp 9,000,378.00
Pipa PVC AW Ø 4 "	m	225.00	231.76	Rp 138,400.00	Rp 31,140,000.00	Rp 32,075,584.00
Pipa PVC AW Ø 6 "	m	136.00	140.25	Rp 294,300.00	Rp 40,024,800.00	Rp 41,275,575.00
Alat bantu+hanger+trapp	ls	1.00	1.00	Rp1,500,000.00	Rp 1,500,000.00	Rp 1,500,000.00
Pipa Vent						
Pipa PVC D Ø 1 1/2 "	m	56.00	64.22	Rp 28,900.00	Rp 1,618,400.00	Rp 1,855,958.00
Pipa PVC D Ø 2 "	m	84.00	96.32	Rp 34,000.00	Rp 2,856,000.00	Rp 3,274,880.00
Pipa PVC D Ø 4 "	m	32.00	37.85	Rp 76,300.00	Rp 2,441,600.00	Rp 2,887,955.00
					Rp 115,722,200.00	Rp 123,941,267.20
Total Biaya Pekerjaan Pipa Air TPD vs IPD					Rp 152,333,000.00	Rp 164,197,463.20
Selisih Biaya (yang belum terhitung)					 Biaya TPD-IPD 	Rp 11,864,463.20
Persentase						7.79%

Sumber: Hasil Penelitian tahun 2020

Bicara soal efektivitas biaya, banyak dari aspek ini yang mungkin bersifat subjektif seperti dalam kasus menilai nilai estetika, atau memperkirakan tren biaya tenaga kerja di masa depan. Efektivitas tidak selalu berarti lebih murah. Efektivitas lebih kepada menunjukkan pencapaian suatu tujuan yang sesuai dengan apa yang telah direncanakan sebelumnya. Setelah dilakukan simulasi perhitungan IPD, ditemukan bahwa ternyata ada pemipaan yang belum terintegrasi dengan baik dan juga ada volume yang belum terhitung ketika dilakukan dengan pendekatan TPD. Angka pada tabel menunjukkan biaya pemipaan yang dihitung dengan pendekatan TPD adalah sebesar Rp 152.333.000,00, sementara ketika dihitung dengan pendekatan IPD adalah sebesar Rp 164.197.463.00. Angka tersebut menunjukkan bahwa biaya yang dihitung dengan pendekatan IPD lebih besar 7,79% dari perhitungan dengan pendekatan TPD.

Memang perhitungan di TPD lebih murah, namun bila disebabkan karena ada volume yang terlewatkan perhitungannya akan menyebabkan biaya tak terduga yang baru diketahui saat pelaksanaan konstruksi. Namun, perlu diketahui bahwa angka 7,79% tersebut merupakan angka yang dapat diperkirakan lebih awal sebagai tindakan preventif mencegah kesalahan pada konstruksi. Lain halnya bila konstruksi sudah berjalan dan kesalahan baru terdeteksi ketika proses konstruksi, maka angka 7,79% tersebut tidak lagi berlaku. Bila kesalahan yang ada sudah terlanjur terinstalasi saat konstruksi, maka harus dilakukan change order berupa pembongkaran dan instalasi ulang. Artinya, ada kemungkinan besar bahwa ada biaya overhead lain bisa melebihi angka 7,79% ini.

Pengembangan Manajemen Proyek Terpadu

IPD dalam studi kasus ini mencoba mendeteksi kesalahan perhitungan yang bisa dicegah sebelum proses konstruksi dimulai. Angka 7,79% tersebut sebenarnya mampu menjadi sebuah bahan diskusi berbagai pihak untuk dikonsolidasikan dan ditinjau ulang bersama sebelum proses konstruksi dimulai. Dengan demikian, pendekatan IPD mampu mereduksi kesalahan yang baru terdeteksi saat konstruksi dapat dicegah lebih awal.

KESIMPULAN

Dalam makalah ini, peneliti membahas studi kasus pada sebuah proyek dan memilih sebuah elemen untuk mengkaji beberapa masalah terpilih yang disorot yang sebenarnya dapat ditingkatkan melalui pendekatan IPD melalui menggunakan teknologi BIM. Berbagai manfaat yang ditawarkan BIM dalam mencapai karakteristik IPD dapat memudahkan hambatan implementasi IPD dengan mendeteksi dini lewat simulasi modellingnya. Hal tersebut dapat dicapai dengan menguji teori melalui simulasi komparasi dengan proyek non-IPD. Komparasi biaya yang telah dilakukan memberi gambaran singkat bahwa ternyata bahkan dalam ranah kecil pun--dalam kasus ini elemen yang dikaji adalah elemen pemipaan, metode pendekatan sebuah proyek sangat berpengaruh pada perhitungan biaya, sehingga tidak menutup kemungkinan bahwa bila dilihat dalam skala besar, metode yang diterapkan ternyata juga berpengaruh pada elemen lain terutama masalah deteksi dini masalah serta perhitungan volume dan biaya yang lebih valid. Dari studi komparasi simulatif ini, IPD yang didukung kuat oleh BIM mampu membantu efektivitas serta proyeksi volume dan biaya yang lebih valid.

UCAPAN TERIMA KASIH

Suatu kehormatan dapat menerima dukungan dari para pihak di Program Pendidikan Profesi Arsitek, Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia. Terima kasih yang tulus kepada Ir. Handoyotomo, MSA yang memberikan bimbingan dan masukan baik yang tak ternilai untuk publikasi ini selama proses pengerjaannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahn, J. et all. (2010). *Cost Estimation for Buildings using Parameter Impact*. Seoul National University. South Korea.
- Azhar, N. et all. (2013). *Factors Influencing Integrated Project Delivery in Publicly Owned Construction Projects: An Information Modelling Perspective*. Florida International University. United States.
- Dossick, C. and Neff, G. (2010). *Organizational Divisions in BIM-Enabled Commercial Construction*. Journal of Construction Engineering and Management. doi:10.1061/(ASCE) CO.1943-7862.0000109
- Ilozor, D. & Kelly, David. (2012). *Building Information Modeling and Integrated Project Delivery in the Commercial Construction Industry: A Conceptual Study*. Journal of Engineering, Project, and Production Management. 2. 10.32738/JEPPM.201201.0004.
- Kulkarni, A. et all. (2011). *Cost Comparison of Collaborative and IPD-Like Project Delivery Methods Versus Competitive Non-Collaborative Project Delivery Method*. Texas A&M University. United States.
- nd BIM Article. <https://ndbim.com/index.php/en/> (diakses pada 14 Desember 2020)
- Wideman, R. Max. (1981). *Managing the Development of Building Projects for Better Result: Cost Effective*. <http://www.maxwideman.com/> (diakses pada 2 November 2020)
- Widhiawati, IAR. et all. (2016). *Faktor-Faktor Penyebab Change Order pada Proyek Konstruksi Gedung*. Universitas Udayana. Bali.