

Analisa *Cost Effective* Struktur Baja Terhadap Efisiensi Bangunan Dengan Metode *Integrated Project Delivery* (IPD)

Studi Kasus: *Office & Workshop Bengkel* di Bekasi, Jawa Barat

Syifa Azahra Gumilar¹, Ir. Handoyotomo, MSA, IAI²

¹Mahasiswa Program Profesi Arsitektur, Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta

Surel: 19515013@students.uii.ac.id

ABSTRAK: Dalam perkembangan zaman material konstruksi pada sebuah perencanaan biaya sangat berpengaruh terhadap kinerja bangunan. Metode *Traditional Project Delivery* (TPD) yang saat ini masih banyak digunakan oleh pihak pembangunan proyek di Indonesia masih memiliki beberapa keterbatasan. Dalam proyek yang dilakukan dengan kontrak panjang maupun pendek sering terindikasi sebuah masalah. Kesalahan bisa disebabkan dari laporan keuangan, pelaksanaan konstruksi, pemilihan material, dll. Salah satunya dalam proyek kantor yaitu *Office & Workshop Bengkel* di Bekasi ini pemilihan struktur dengan menggunakan material rangka baja, dimana material baja tersebut sangat memakan biaya yang banyak. Teknologi baru dapat membantu dan memberikan peluang untuk berkembang menjadi efektif dan efisien, sehingga tercapainya *cost effective* dalam kinerja biaya perencanaan sebuah proyek. *Integrated Project Delivery* (IPD) adalah pendekatan untuk meningkatkan implementasi proyek. Metode IPD berbeda dengan metode TPD, dimana IPD memberikan efisiensi, penghematan biaya dan dapat meningkatkan produktivitas untuk konstruksi bangunan, salah satunya dengan menggunakan BIM. Penggunaan BIM ini berfungsi untuk *cross check* sebagai prosedur komunikasi dan kolaborasi antar stakeholder, dari penggunaan teknologi yang dipakai dapat mengidentifikasi prosedur *quality control*, dan struktur model. Metode penelitian dilakukan secara kuantitatif, dengan melakukan analisis komparasi antara metode TPD dengan metode IPD. Untuk itu penelitian ini dapat mengetahui biaya yang tidak diduga, sehingga kesalahan sebelumnya dapat dihindari dan diperbaiki.

Kata kunci: *Integrated Project Delivery* (IPD), *Traditional Project Delivery* (TPD), *cost-effective*

PENDAHULUAN

Konstruksi sebuah bangunan tidak terlepas dari penggunaan material, salah satunya material baja. Baja digunakan untuk konstruksi maupun struktur bangunan gedung, rumah, dll. Dalam *The Indonesia Iron and Steel Industry Association* (IISIA) mengeluh akan naiknya harga bahan baku industri baja, sehingga memberi dampak adanya aturan baru dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Ditjen Bea Cukai, Kemenkeu. Pada umumnya harga baja yang ada dipasaran juga memang lebih tinggi dibandingkan dengan harga beton. Salah satu proyek yang menggunakan baja ini adalah proyek *Office & Workshop* di Bekasi. *Office & Workshop* adalah kantor yang memiliki bengkel, Gaya Arsitektur Industrial ini diterapkan pada kantor agar tidak terkesan monoton dan memberi kesan yang kuat untuk bangunan industrial. Pada saat proses perancangan berlangsung prinsip Gaya Arsitektur Industrial adalah menggunakan material struktur rangka baja. Harapan owner *cost effective* dapat diterapkan pada kantor ini, agar penggunaan material baja tidak memakan banyak biaya.

Pada saat pelaksanaan, adanya pemilik proyek selaku pengguna jasa (*owner*), penyedia jasa (*kontraktor*) dan konsultan perancang. Metode *Traditional Project Delivery* (TPD) yang saat ini masih banyak digunakan oleh *stakeholder* pembangunan proyek di Indonesia, dimana masih memiliki beberapa keterbatasan. Melihat dari perkembangan jaman bahwa dalam proyek yang dilakukan dengan kontrak panjang maupun pendek sering terindikasi sebuah masalah. Kesalahan yang terjadi salah satunya bisa disebabkan dari laporan keuangan, pelaksanaan konstruksi, pemilihan material, dll.

Integrated Project Delivery adalah Pendekatan Pelaksanaan proyek yang dilakukan secara transparan dan efektif untuk pengambilan keputusan dengan mengintegrasikan orang, sistem, struktur bisnis, dan praktik ke dalam proses yang secara kolaboratif memanfaatkan bakat dan wawasan semua peserta untuk mengoptimalkan hasil proyek, meningkatkan nilai bagi pemilik, mengurangi limbah, dan memaksimalkan efisiensi melalui semua fase desain, fabrikasi, dan konstruksi. Metode IPD ini dapat meminimalisir kesalahan – kesalahan yang telah terjadi sebelumnya.

Pengembangan Manajemen Proyek Terpadu

TPD berbeda dengan IPD, secara paralel, penyelarasan pemilik juga mencakup memastikan bahwa manajemen dan pemangku kepentingannya memahami proses IPD, alternatif yang tersedia, dan tanggung jawab dalam proyek IPD. Selain itu Tim IPD umumnya harus menjadi perancang utama, konsultan utama, pembangun utama, dan kontraktor perdagangan utama. Dimana tujuan IPD ini untuk menciptakan pemahaman yang umum dan akurat, kembangkan kejelasan tentang tujuan dan komitmen untuk mencapainya, ungkapkan keprihatinan anggota tim IPD tentang orang-orang, proses, dan proyek, kembangkan atau perbaiki CoS, kembangkan atau perkuat hubungan interpersonal di tim IPD, dan peragakan atau ajarkan perilaku dan teknik kolaboratif kepada anggota tim. Untuk mendukung strategi metode IPD dalam pemodelan dapat menggunakan software BIM (*Building Information Modelling*). Dari penggunaan BIM dapat dilakukan cross check kembali sebagai prosedur komunikasi dan kolaborasi antar *stakeholder*, dari penggunaan teknologi yang dipakai dapat mengidentifikasi prosedur quality control, dan struktur model (penamaan file, sistem pengukuran, sistem koordinat, standar/format pertukaranfile, dll). Pada umumnya dengan menggunakan metode TPD untuk penggunaan material baja ini terbilang sangat memakan biaya. Tetapi pada metode IPD bahwa partisipasi awal oleh pabrikan baja selama desain untuk "membuang opsi rangka dan menghemat berat" telah menyebabkan penurunan tonase baja hampir 25% pada proyek IPD (Young, Jones, Bernstein 10).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui *cost effective* dengan estimasi biaya yang tepat dan akurat melalui metode IPD bila dikomparasikan dengan metode TPD. Sehingga pelaksanaan yang efektif dan efisien dalam Rencana Anggaran Biaya dalam menggunakan struktur baja dapat dikelola dengan detail agar kesalahan – kesalahan yang terjadi sebelumnya dalam proyek dapat diminimalisir dan diperbaiki.

Latar Belakang Proyek

Bekasi adalah kota dimana sektor industri dan perdagangan merupakan sektor yang diunggulkan. Dari dalam jasa dan perdagangan kini sangat berkembang pesat. Sektor industri yang besar telah menetapkan Kota Bekasi sebagai Kawasan perindustrian yang dapat memberikan keuntungan bagi pengusaha lokal maupun internasional. Untuk mengembangkan sektor – sektor tersebut tidak lepas dari adanya fasilitas akomodasi yang memicu perkembangan pada kota tersebut. Salah satunya adalah *Office* atau disebut dengan kantor. Kantor adalah bangunan yang berfungsi sebagai tempat kerja, yang digunakan untuk mengurus suatu pekerjaan (instansi atau perusahaan). *Workshop* pada kantor ini berfungsi sebagai bengkel. Proyek kantor ini memiliki luas lahan 208.782 m², lokasi kantor terdapat di Jl. Pertamina B No.33 RT.003/RW.006, Jatiraden, Kec. Jatisampurna, Kota Bekasi, Jawa Barat.

Lokasi proyek merupakan kawasan yang terletak di perkotaan dengan sirkulasi yang padat, dan terdapat fasilitas umum seperti SPBU yang terletak di JL.Kranggan. Ke sebelah timur site kurang lebih 35m juga terdapat Masjid. Banyak nya pertokoan yang mendukung, salah satu nya ada bengkel mobil besar yaitu PD.Raja Bintang Castrol.

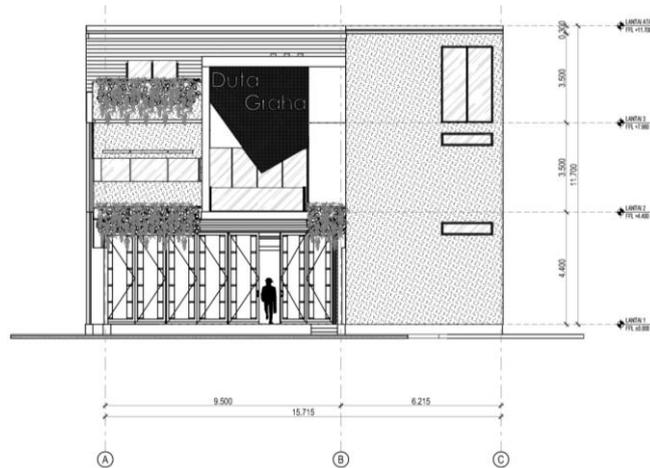


Gambar 1.1 Peta Lokasi Proyek Kantor
Sumber: www.googlemaps.com

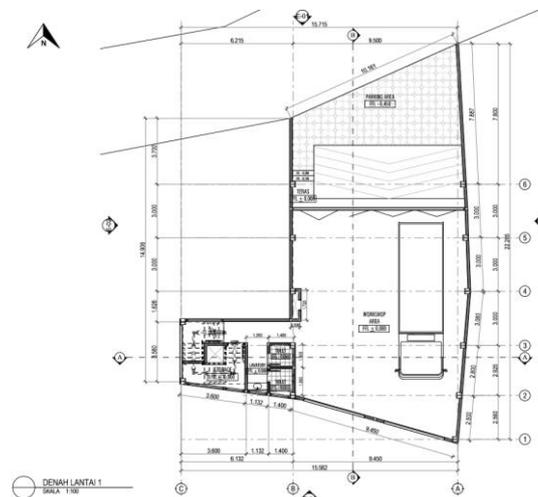


Gambar 1.2 Situasi di lokasi Kantor
Sumber: www.googlemaps.com

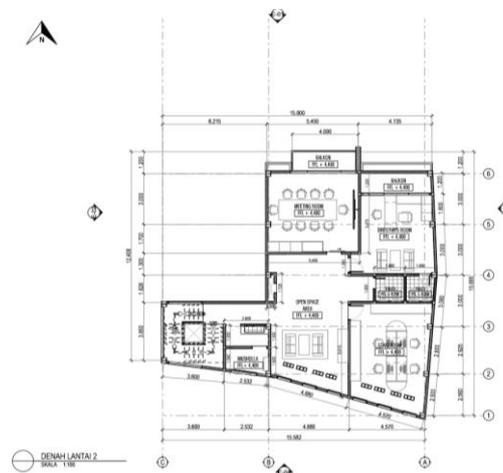
Spesifikasi Proyek



Gambar 1.3 Tampak Depan Office & Workshop
Sumber: Hasil Penelitian tahun 2020

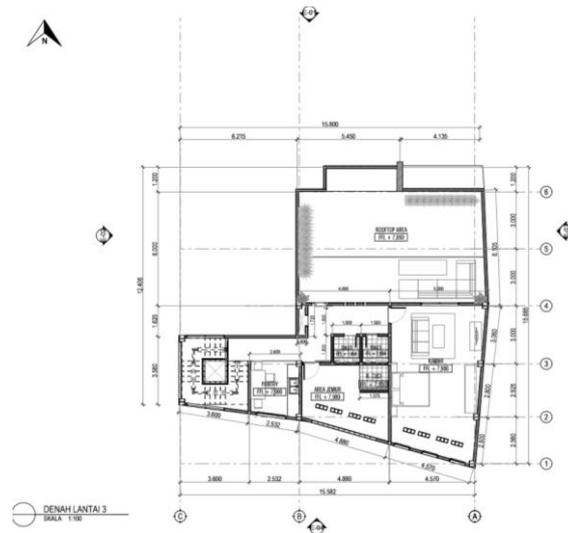


Gambar 1.4 Denah LT.1 Office & Workshop
Sumber: Hasil Penelitian tahun 2020

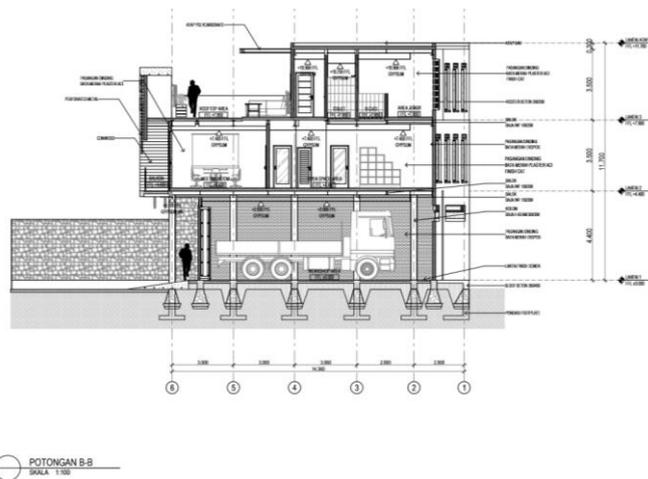


Gambar 1.5 Denah LT.2 Office & Workshop
Sumber: Hasil Penelitian tahun 2020

Pengembangan Manajemen Proyek Terpadu



Gambar 1.6 Denah LT.3 Office & Workshop
Sumber: Hasil Penelitian tahun 2020



Gambar 1.7 Pot.A Office & Workshop
Sumber: Hasil Penelitian tahun 2020

- Lokasi Site : Jl. Pertamina B No.33 RT.003/RW.006, Jatiraden, Kec. Jatisampurna, Kota Bekasi, Jawa Barat 17433
- Luas Lahan : 208m²
- Jumlah Lantai : 3 lantai
- Jenis Bangunan : Kantor
- Arsitek : Rahmat Putera Ismail, IAI
- Asisten Arsitek : Syifa Azahra Gumilar, S.Ars
- Pemilik : Bpk. Anton
- Konsultan Perencana : Arcimatra Yogyakarta
- Tahun : 2020

Kantor ini bernama Duta Graha Office, selain berfungsi sebagai Workshop bengkel nantinya kantor tersebut juga berfungsi sebagai kantor yang berjalan dalam bidang kontraktor. Karena kantor yang sebelumnya memiliki jarak yang cukup jauh sekitar 1km dengan rumah pemilik dan belum memadai, maka dibuat lah kantor ini. Kantor ini dibangun dekat dengan rumah pemilik yang berjarak ± 300m. Kantor ini terdiri dari 3 lantai yang terdiri dari workshop area, lavatory, storage, open space area,

directur's room, meeting room, staff room, musholla, pantry, bedroom, ruang cuci & ruang jemur, dan rooftop dengan total luas area 517m².

STUDI PUSTAKA

1. *Integrated Project Delivery (IPD)*

Integrated Project Delivery (IPD) adalah metode pendekatan pengiriman proyek yang mengintegrasikan orang, sistem, struktur bisnis, dan praktik ke dalam proses yang secara kolaboratif memanfaatkan bakat dan wawasan semua peserta untuk mengoptimalkan hasil proyek, meningkatkan nilai bagi pemilik, mengurangi limbah, memaksimalkan hasil proyek, dan memaksimalkan efisiensi melalui semua fase desain, fabrikasi, dan konstruksi (AIA/California, 2007). Dimana hal tersebut dalam proyek terpadu, pemilik, arsitek, kontraktor, subkontraktor, pemasok dan konsultan secara kontrak berjanji untuk saling menghormati dan berkomitmen untuk bekerja demi kepentingan proyek selama berlangsung.

Manajemen Pengelolaan Proyek metode IPD menggunakan *Poly-party contract*. Dimana semua pihak yang terlibat dalam proyek menandatangani satu perjanjian, yang bertentangan dengan kontrak multi-pihak dengan dua tingkatan (AIA, 2014; Ashcraft, 2010). Dalam jenis ini, tingkat primer dan sekunder dalam kontrak multi-pihak digabungkan menjadi satu kontrak perjanjian besar yang menyatukan semua pihak (AIA, 2014). Perjanjian ini, menurut Ashcraft (2010), memungkinkan pemilik akses langsung ke semua peserta kunci, menghasilkan lingkungan komunikasi dan komitmen yang tinggi. Perlu disebutkan bahwa ini dianggap lebih kompleks karena banyaknya pihak yang terlibat, namun memiliki tingkat penyelesaian masalah yang tinggi karena pertukaran informasi yang cepat.

2. *Cost Effective*

Cost effective adalah biaya terendah yang dapat menghasil output yang diharapkan, sehingga biaya dapat diperkirakan menjadi efektif dan efisien dalam pelaksanaannya. Menurut *National Estimating Society-USA*, perkiraan biaya adalah seni memperkirakan (*the art of approximating*) kemungkinan jumlah biaya yang diperlukan untuk suatu kegiatan yang didasarkan atas informasi yang tersedia pada saat itu. Kegiatan estimasi adalah proses utama dalam proyek konstruksi untuk menjawab pertanyaan berapa besar dana yang harus disediakan untuk sebuah bangunan. (Yudha, Nyoman. 2017).

METODE PENELITIAN

Untuk mengetahui peran dan manfaat metode IPD yang dikomparasikan dengan TPD maka perlunya data perancangan berupa struktural. Untuk tahap selanjutnya dengan melakukan pemodelan dari kedua pendekatan yaitu IPD dengan TPD. Dari hal ini bahwa aspek – aspek yang telah dijelaskan tersebut saling keterkaitan. Maka tahapan pada penelitian tersebut jika disimpulkan adalah:

1. Mengumpulkan data perancangan pada proyek, berdasarkan metode IPD maupun TPD. (rencana sistem struktur)
2. Melakukan permodelan bangunan menggunakan BIM pada IPD, untuk membandingkan pemodelan secara TPD.
3. Melakukan clash detection pada desain, bila terjadi clash ataupun kesalahan lain dalam perancangan yang tidak terdeteksi di awal.
4. Secara angka dalam satuan massa ataupun jumlah volume dan 3D mengevaluasi struktur.
5. Mensimulasikan dengan keterlibatan para pihak terkait; pemilik, arsitek, dan pembangun, dimana jika mereka melakukan konsolidasi pada awal perancangan sampai proses konstruksi selesai.
6. Menganalisa kelebihan dan kekurangan dari kedua metode.
7. Dapat menunjukkan alternatif dengan metode IPD yang dibandingkan dengan metode TPD, dengan konsekuensi adanya penambahan biaya jika diperlukan.

Tabel 1.1 Studi Komparasi

Aspek yang akan dibandingkan <i>Cost Effective</i>		BIM Modelling & simulasi	Analisa Komparasi	Hasil
Tradisional (kondisi kasus saat ini)	Hasil perancangan awal, gambar kerja rencana struktur	Modelling menggunakan BIM Archicad	Melakukan pengecekan volume dan menata instalasi struktur. Ditemukan satuan volume yang tidak sesuai	Menemukan persentase yang satuan volume yang tidak sesuai, dengan konsekuensi penambahan sedikit biaya apabila hal ini terjadi di lapangan
IPD (Simulasi pelaksanaan IPD pada proyek), disimulasikan dengan BIM	Hasil akhir dari perancangan multi disiplin (STR) simulasi IPD	Modelling elemen struktur dengan perbaikan		

Sumber: Hasil Penelitian tahun 2020

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada metode *Integrated Project Delivery* (IPD) sebuah proyek konstruksi berlangsung banyak pihak yang terlibat diantaranya ada Pimpinan Proyek / Manajer Proyek, Konsultan Perencana yang terdiri dari Arsitek & Insinyur (AE) yang bertanggung-jawab atas Dokumen Konstruksi, Konsultan Pengawas / Manajemen Konstruksi, Kontraktor atau pelaksana pembangunan yang bertanggung-jawab mewujudkan seluruh formulasi perencanaan dan perancangan dalam batasan mutu, waktu dan biaya.

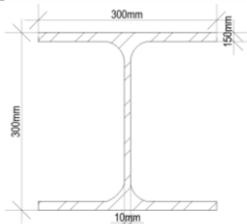
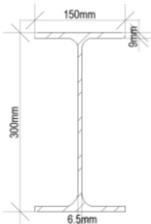
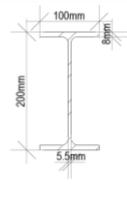
Untuk manajemen SDM dilakukan secara efektif dengan melakukan perencanaan organisasi, staf dan mempromosikan pengembangan sebuah tim. Pada manajemen waktu & biaya sebuah proyek harus tepat waktu dan disesuaikan dengan anggaran dengan mengembangkan jadwal proyek, rencanakan sumber daya proyek (man, material, method, machine, money), perkiraan biaya dan pantau kerja. Dimana dalam kasus disini untuk memanje sebuah biaya perlu adanya komunikasi dan melakukan koordinasi dalam pengembangan rencana proyek dengan memperoleh persetujuan proyek, mengelola pelaksanaan, perbarui reschedule, dan komunikasikan perubahan. Sehingga rencana anggaran biaya dapat menjadi *cost effective* sesuai dengan apa yang dituju.

1. Metode Perhitungan Volume TPD

Dalam metode TPD pada perhitungan material baja dilakukan secara manual. Hitungan tersebut berdasarkan dengan massa jenis (kg) sesuai dengan baja yang dipakai. Berikut pada table 1.2 dan table 1.3 adalah hitungan manual kolom balok baja:

Keterangan: 1 Batang Baja = 12m

Tabel 1.2 Ukuran Baja H-Beam dan IWF

Ukuran Baja H-Beam dan IWF		
		
Baja H-Beam 300x300x10x15mm (1128 kg)	Baja IWF 300x150x6,5x9mm (440 kg)	Baja IWF 200x100x5,5x8mm (256 kg)

Sumber: Hasil Penelitian tahun 2020

Tabel 1.3 Perhitungan Kolom H-Beam TPD

Perhitungan Kolom H-Beam							
Kolom H-Beam 300 x 300 x 10 x 15 mm x 12	Tinggi (m)	Total Kolom (Unit)	Jumlah Kolom	/Batang (m)	Jumlah Batang	Mass (kg)	Volume (kg)
LT.1	4.5	13	58.5		5.00		5,640
LT.2	3.5	13	45.5	12	4.00	1128	4,512
LT.3	3.5	9	31.5		3.00		3,384

Sumber: Hasil Penelitian tahun 2020

Perhitungan kolom h-beam secara manual dengan diketahui panjang baja yang dipakai dengan dibagi 12m/batang yang dikalikan dengan berat massa baja (kg). Pada lt.1 dengan tinggi lantai 4.5m adalah 5.640kg, lt.2 dengan tinggi lantai 3.5 adalah 4.512kg, dan lt.3 dengan tinggi lantai 3.5m adalah 3.384kg.

Tabel 1.4 Perhitungan Balok IWF TPD

Perhitungan Balok Baja IWF					
LT.1 Baja IWF	Tinggi (m)	/Batang (m)	Jumlah Batang	*Mass (kg)	Volume (kg)
Balok Baja IWF 300X150X6,5X9 mm	87.356	12	8.00	440	3,520
Balok Baja IWF 200X100X5,5X8 mm	55.698		5.00	256	1,280
LT.2 Baja IWF					
Balok Baja IWF 300X150X6,5X9 mm	87.356	12	8.00	440	3,520
Balok Baja IWF 200X100X5,5X8 mm	55.698		5.00	256	1,280
LT.3 Baja IWF					
Balok Baja IWF 300X150X6,5X9 mm	57.160	12	5.00	440	2,200
Balok Baja IWF 200X100X5,5X8 mm	30.410		3.00	256	768

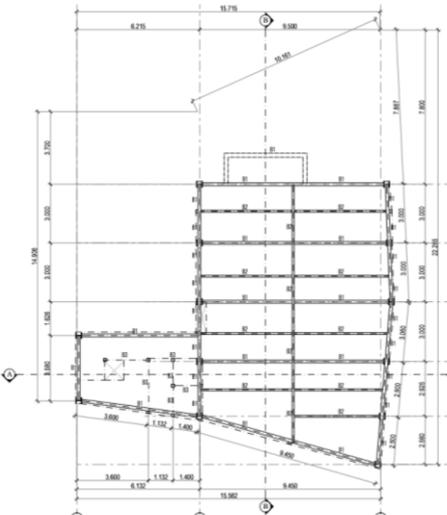
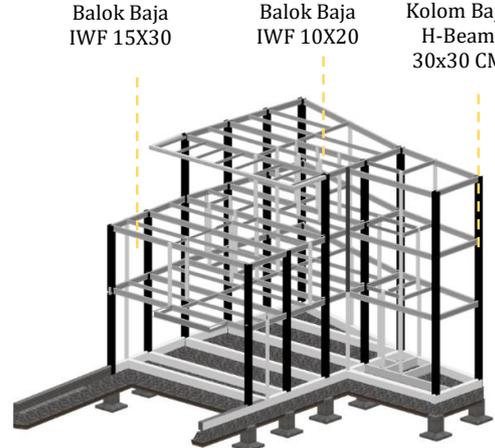
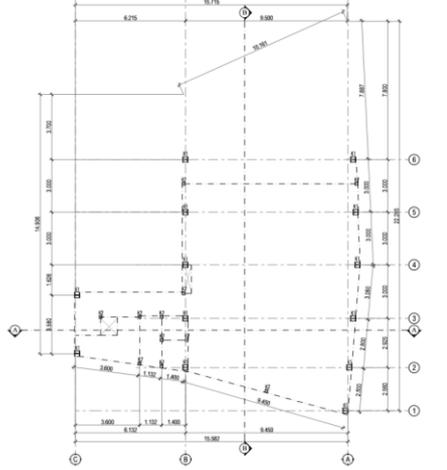
Sumber: Hasil Penelitian tahun 2020

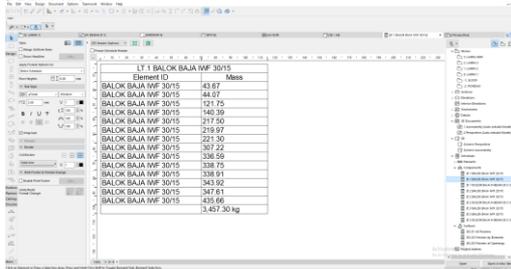
Pada perhitungan balok iwf secara manual sama seperti hitungan kolom h-beam dengan cara diketahui panjang baja yang dipakai dengan dibagi 12m/batang yang dikalikan dengan berat massa baja (kg). Lt.1 dan lt.2 pada balok baja iwf 30/15 sebesar 3.520kg dan balok baja iwf 20/10 sebesar 1.280kg, sedangkan lt.3 pada balok baja iwf 30/15 sebesar 2.200kg dan balok baja iwf 20/10 sebesar 768kg.

2. Analisis Komparasi TPD dengan IPD

Untuk Metoda Konstruksi 'TPD vs IPD' terdapat beberapa perbedaan aspek yaitu team, process, reward, technology, agreements, estimating. Metoda - metoda tersebut terlihat bahwa manajemen proyek terpadu ini memiliki perbedaan. Dari perbedaan tersebut dapat dilihat bahwa adanya kelebihan dan kekurangan dari masing - masing metoda. Berikut pada table 1.4 adalah analisis komparasi TPD dengan IPD dengan menggunakan BIM Archicad untuk mengetahui satung angka pada sebuah struktur:

Tabel 1.5 Studi Komparasi

No	Analisis Biaya dengan metode TPD	Analisis Biaya dengan metode IPD																																																																																																															
<p>1.</p>	<p>Struktur</p> <p>• 2D Renc.Balok LT.1</p>  <table border="1" data-bbox="319 963 510 1086"> <thead> <tr> <th>KODE</th> <th>KETERANGAN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>B1</td> <td>BALOK BAJA IWF 150/300 MM</td> </tr> <tr> <td>B2</td> <td>BALOK BAJA IWF 100/200 MM</td> </tr> <tr> <td>B3</td> <td>BALOK BETON ANAK 150/300 MM</td> </tr> <tr> <td>B4</td> <td>BALOK IWF 100/200 MM</td> </tr> </tbody> </table>	KODE	KETERANGAN	B1	BALOK BAJA IWF 150/300 MM	B2	BALOK BAJA IWF 100/200 MM	B3	BALOK BETON ANAK 150/300 MM	B4	BALOK IWF 100/200 MM	<p>• 3D Modelling Struktur menggunakan BIM Archicad</p> <p>Balok Baja IWF 15X30 Balok Baja IWF 10X20 Kolom Baja H-Beam 30x30 CM</p>  <p>• Kolom dan Balok LT.1</p> <table border="1" data-bbox="845 963 1340 1176"> <thead> <tr> <th colspan="2">LT.1 BALOK BAJA IWF 30/15</th> </tr> <tr> <th>Element ID</th> <th>Mass</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>43.67</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>44.07</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>121.75</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>140.39</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>217.50</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>219.97</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>221.30</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>307.22</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>336.59</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>338.75</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>338.91</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>343.92</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>347.61</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>435.66</td></tr> <tr><td colspan="2">1,205.87 kg</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="845 1176 1101 1388"> <thead> <tr> <th colspan="2">LT.1 KOLOM BAJA H-BEAM 30 X 30</th> </tr> <tr> <th>Element ID</th> <th>Mass</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30</td><td>410.51</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30</td><td>411.03</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30</td><td>411.03</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30</td><td>411.03</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30</td><td>411.87</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30</td><td>411.90</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30</td><td>411.94</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30</td><td>412.02</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30</td><td>412.07</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30</td><td>412.08</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30</td><td>418.15</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30</td><td>427.47</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30</td><td>427.50</td></tr> <tr><td colspan="2">5,388.61 kg</td></tr> </tbody> </table>	LT.1 BALOK BAJA IWF 30/15		Element ID	Mass	BALOK BAJA IWF 30/15	43.67	BALOK BAJA IWF 30/15	44.07	BALOK BAJA IWF 30/15	121.75	BALOK BAJA IWF 30/15	140.39	BALOK BAJA IWF 30/15	217.50	BALOK BAJA IWF 30/15	219.97	BALOK BAJA IWF 30/15	221.30	BALOK BAJA IWF 30/15	307.22	BALOK BAJA IWF 30/15	336.59	BALOK BAJA IWF 30/15	338.75	BALOK BAJA IWF 30/15	338.91	BALOK BAJA IWF 30/15	343.92	BALOK BAJA IWF 30/15	347.61	BALOK BAJA IWF 30/15	435.66	1,205.87 kg		LT.1 KOLOM BAJA H-BEAM 30 X 30		Element ID	Mass	KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	410.51	KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	411.03	KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	411.03	KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	411.03	KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	411.87	KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	411.90	KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	411.94	KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	412.02	KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	412.07	KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	412.08	KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	418.15	KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	427.47	KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	427.50	5,388.61 kg																																				
	KODE	KETERANGAN																																																																																																															
B1	BALOK BAJA IWF 150/300 MM																																																																																																																
B2	BALOK BAJA IWF 100/200 MM																																																																																																																
B3	BALOK BETON ANAK 150/300 MM																																																																																																																
B4	BALOK IWF 100/200 MM																																																																																																																
LT.1 BALOK BAJA IWF 30/15																																																																																																																	
Element ID	Mass																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	43.67																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	44.07																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	121.75																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	140.39																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	217.50																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	219.97																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	221.30																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	307.22																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	336.59																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	338.75																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	338.91																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	343.92																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	347.61																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	435.66																																																																																																																
1,205.87 kg																																																																																																																	
LT.1 KOLOM BAJA H-BEAM 30 X 30																																																																																																																	
Element ID	Mass																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	410.51																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	411.03																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	411.03																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	411.03																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	411.87																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	411.90																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	411.94																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	412.02																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	412.07																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	412.08																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	418.15																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	427.47																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.1 - 30 x 30	427.50																																																																																																																
5,388.61 kg																																																																																																																	
<p>• 2D Renc.Kolom LT.1</p>  <table border="1" data-bbox="319 1892 510 1960"> <thead> <tr> <th>KODE</th> <th>KETERANGAN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>K1</td> <td>KOLOM BAJA H-BEAM 300/300 MM</td> </tr> <tr> <td>K2</td> <td>KOLOM PRAKRTIS 150/150 MM</td> </tr> </tbody> </table>	KODE	KETERANGAN	K1	KOLOM BAJA H-BEAM 300/300 MM	K2	KOLOM PRAKRTIS 150/150 MM	<p>• Kolom dan Balok LT.2</p> <table border="1" data-bbox="845 1456 1085 1780"> <thead> <tr> <th colspan="2">LT.2 BALOK BAJA IWF 20/10</th> </tr> <tr> <th>Element ID</th> <th>Mass</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>14.87</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>17.45</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>22.43</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>22.45</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>28.32</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>28.77</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>35.91</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>35.96</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>35.99</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>45.00</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>52.48</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>52.78</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>60.05</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>61.23</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>94.40</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>120.90</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>202.44</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>206.25</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>207.58</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>209.34</td></tr> <tr><td colspan="2">1,554.61 kg</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="1093 1590 1340 1792"> <thead> <tr> <th colspan="2">LT.2 BALOK BAJA IWF 30/15</th> </tr> <tr> <th>Element ID</th> <th>Mass</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>121.75</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>217.50</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>219.97</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>221.30</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>307.22</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>336.59</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>338.75</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>338.91</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>343.92</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>347.61</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>435.66</td></tr> <tr><td colspan="2">3,229.16 kg</td></tr> </tbody> </table> <table border="1" data-bbox="845 1792 1101 2004"> <thead> <tr> <th colspan="2">LT.2 KOLOM BAJA H-BEAM 30 X 30</th> </tr> <tr> <th>Element ID</th> <th>Mass</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30</td><td>319.10</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30</td><td>319.25</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30</td><td>320.87</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30</td><td>321.64</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30</td><td>321.80</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30</td><td>321.88</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30</td><td>322.28</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30</td><td>322.61</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30</td><td>323.31</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30</td><td>324.31</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30</td><td>324.93</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30</td><td>326.95</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30</td><td>326.95</td></tr> <tr><td colspan="2">4,195.88 kg</td></tr> </tbody> </table> <p>• Kolom dan Balok LT.3</p>	LT.2 BALOK BAJA IWF 20/10		Element ID	Mass	BALOK BAJA IWF 20/10	14.87	BALOK BAJA IWF 20/10	17.45	BALOK BAJA IWF 20/10	22.43	BALOK BAJA IWF 20/10	22.45	BALOK BAJA IWF 20/10	28.32	BALOK BAJA IWF 20/10	28.77	BALOK BAJA IWF 20/10	35.91	BALOK BAJA IWF 20/10	35.96	BALOK BAJA IWF 20/10	35.99	BALOK BAJA IWF 20/10	45.00	BALOK BAJA IWF 20/10	52.48	BALOK BAJA IWF 20/10	52.78	BALOK BAJA IWF 20/10	60.05	BALOK BAJA IWF 20/10	61.23	BALOK BAJA IWF 20/10	94.40	BALOK BAJA IWF 20/10	120.90	BALOK BAJA IWF 20/10	202.44	BALOK BAJA IWF 20/10	206.25	BALOK BAJA IWF 20/10	207.58	BALOK BAJA IWF 20/10	209.34	1,554.61 kg		LT.2 BALOK BAJA IWF 30/15		Element ID	Mass	BALOK BAJA IWF 30/15	121.75	BALOK BAJA IWF 30/15	217.50	BALOK BAJA IWF 30/15	219.97	BALOK BAJA IWF 30/15	221.30	BALOK BAJA IWF 30/15	307.22	BALOK BAJA IWF 30/15	336.59	BALOK BAJA IWF 30/15	338.75	BALOK BAJA IWF 30/15	338.91	BALOK BAJA IWF 30/15	343.92	BALOK BAJA IWF 30/15	347.61	BALOK BAJA IWF 30/15	435.66	3,229.16 kg		LT.2 KOLOM BAJA H-BEAM 30 X 30		Element ID	Mass	KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	319.10	KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	319.25	KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	320.87	KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	321.64	KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	321.80	KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	321.88	KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	322.28	KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	322.61	KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	323.31	KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	324.31	KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	324.93	KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	326.95	KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	326.95	4,195.88 kg	
KODE	KETERANGAN																																																																																																																
K1	KOLOM BAJA H-BEAM 300/300 MM																																																																																																																
K2	KOLOM PRAKRTIS 150/150 MM																																																																																																																
LT.2 BALOK BAJA IWF 20/10																																																																																																																	
Element ID	Mass																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	14.87																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	17.45																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	22.43																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	22.45																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	28.32																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	28.77																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	35.91																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	35.96																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	35.99																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	45.00																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	52.48																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	52.78																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	60.05																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	61.23																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	94.40																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	120.90																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	202.44																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	206.25																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	207.58																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 20/10	209.34																																																																																																																
1,554.61 kg																																																																																																																	
LT.2 BALOK BAJA IWF 30/15																																																																																																																	
Element ID	Mass																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	121.75																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	217.50																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	219.97																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	221.30																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	307.22																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	336.59																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	338.75																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	338.91																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	343.92																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	347.61																																																																																																																
BALOK BAJA IWF 30/15	435.66																																																																																																																
3,229.16 kg																																																																																																																	
LT.2 KOLOM BAJA H-BEAM 30 X 30																																																																																																																	
Element ID	Mass																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	319.10																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	319.25																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	320.87																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	321.64																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	321.80																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	321.88																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	322.28																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	322.61																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	323.31																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	324.31																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	324.93																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	326.95																																																																																																																
KOLOM BAJA H-BEAM LT.2 - 30 X 30	326.95																																																																																																																
4,195.88 kg																																																																																																																	

		<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">LT.3 BALOK BAJA IWF 20/10</th> <th colspan="2">LT.3 BALOK BAJA IWF 30/15</th> </tr> <tr> <th>Element ID</th> <th>Mass</th> <th>Element ID</th> <th>Mass</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>56.94</td><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>121.75</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>60.93</td><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>214.60</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>94.40</td><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>217.50</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>155.93</td><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>219.97</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>202.44</td><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>307.22</td></tr> <tr><td>BALOK BAJA IWF 20/10</td><td>207.58</td><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>336.59</td></tr> <tr><td></td><td>778.22 kg</td><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>338.75</td></tr> <tr><td></td><td></td><td>BALOK BAJA IWF 30/15</td><td>347.61</td></tr> <tr><td></td><td></td><td></td><td>2,103.98 kg</td></tr> </tbody> </table> <table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="2">LT.3 KOLOM BAJA H-BEAM 30 X 30</th> </tr> <tr> <th>Element ID</th> <th>Mass</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30</td><td>317.61</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30</td><td>321.80</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30</td><td>321.88</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30</td><td>322.14</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30</td><td>322.28</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30</td><td>322.92</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30</td><td>323.28</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30</td><td>326.95</td></tr> <tr><td>KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30</td><td>326.95</td></tr> <tr><td></td><td>2,905.81 kg</td></tr> </tbody> </table> <p>• Gambar Schedule Perhitungan Balok menggunakan BIM Archicad</p> 	LT.3 BALOK BAJA IWF 20/10		LT.3 BALOK BAJA IWF 30/15		Element ID	Mass	Element ID	Mass	BALOK BAJA IWF 20/10	56.94	BALOK BAJA IWF 30/15	121.75	BALOK BAJA IWF 20/10	60.93	BALOK BAJA IWF 30/15	214.60	BALOK BAJA IWF 20/10	94.40	BALOK BAJA IWF 30/15	217.50	BALOK BAJA IWF 20/10	155.93	BALOK BAJA IWF 30/15	219.97	BALOK BAJA IWF 20/10	202.44	BALOK BAJA IWF 30/15	307.22	BALOK BAJA IWF 20/10	207.58	BALOK BAJA IWF 30/15	336.59		778.22 kg	BALOK BAJA IWF 30/15	338.75			BALOK BAJA IWF 30/15	347.61				2,103.98 kg	LT.3 KOLOM BAJA H-BEAM 30 X 30		Element ID	Mass	KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30	317.61	KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30	321.80	KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30	321.88	KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30	322.14	KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30	322.28	KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30	322.92	KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30	323.28	KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30	326.95	KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30	326.95		2,905.81 kg
LT.3 BALOK BAJA IWF 20/10		LT.3 BALOK BAJA IWF 30/15																																																																				
Element ID	Mass	Element ID	Mass																																																																			
BALOK BAJA IWF 20/10	56.94	BALOK BAJA IWF 30/15	121.75																																																																			
BALOK BAJA IWF 20/10	60.93	BALOK BAJA IWF 30/15	214.60																																																																			
BALOK BAJA IWF 20/10	94.40	BALOK BAJA IWF 30/15	217.50																																																																			
BALOK BAJA IWF 20/10	155.93	BALOK BAJA IWF 30/15	219.97																																																																			
BALOK BAJA IWF 20/10	202.44	BALOK BAJA IWF 30/15	307.22																																																																			
BALOK BAJA IWF 20/10	207.58	BALOK BAJA IWF 30/15	336.59																																																																			
	778.22 kg	BALOK BAJA IWF 30/15	338.75																																																																			
		BALOK BAJA IWF 30/15	347.61																																																																			
			2,103.98 kg																																																																			
LT.3 KOLOM BAJA H-BEAM 30 X 30																																																																						
Element ID	Mass																																																																					
KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30	317.61																																																																					
KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30	321.80																																																																					
KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30	321.88																																																																					
KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30	322.14																																																																					
KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30	322.28																																																																					
KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30	322.92																																																																					
KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30	323.28																																																																					
KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30	326.95																																																																					
KOLOM BAJA H-BEAM LT.3 - 30 X 30	326.95																																																																					
	2,905.81 kg																																																																					
	<ul style="list-style-type: none"> • Berdasarkan analisis dari metode TPD bahwa perhitungan biaya untuk menentukan massa jenis pada struktur baja kolom dan balok dihitung secara manual berdasarkan gambar 2D dari Rencana Kolom dan Balok, sehingga membutuhkan waktu dan ketelitian yang ekstra dalam Rencana Anggaran Biaya. • Analisis dari metode IPD dalam perhitungan biaya untuk menentukan massa jenis pada struktur baja kolom dan balok menggunakan BIM Archicad, dimana penggunaan BIM secara otomatis dapat menghitung jumlah massa jenis yang digunakan dengan menggunakan "schedule". Sehingga dalam perhitung untuk satuan angka massa struktur dalam Rencana Anggaran Biaya dapat berjalan secara efektif dan efisien. • Penggunaan BIM Archicad dapat membuat 3D modelling struktur bangunan dimana hal tersebut dapat mempermudah dalam rancangan sebuah bangunan. 																																																																					

Sumber: Hasil Penelitian tahun 2020

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan dalam pelaksanaan tradisional (TPD), karena aktor bergabung/terlibat pada waktu yang berbeda hasil yang di dapat tidak terkontrol dengan baik, dan adanya kesalahan teknis dalam penghitungan sebuah biaya. Untuk metode IPD dikarenakan menggunakan BIM Archicad dan dikelola secara transparant dengan membawa seluruh tim lebih awal sehingga keluar lebih cepat dan efisien dimasukkan ke dalam desain. Sehingga peluang yang lebih besar untuk mengetahui tepatnya biaya bangunan yang diperlukan dan meningkatkan fungsi bangunan terhadap proyek yang berlangsung.

3. Komparasi Biaya TPD dengan IPD

Analisis biaya dari struktur dengan menggunakan metode TPD dan IPD telah menjelaskan bahwa masing – masing metode memiliki kelebihan dan kekurangannya. Setelah menemukan hasil dari satuan angka massa jenis dan jumlah yang diketahui dari yang di analisis, kemudian di hitung kembali untuk pengecekan Rencana Anggaran Biaya yang lebih tepat. Untuk RAB tersebut pada Harga Satuan telah mengikuti Harga Satuan Barang Jasa dan Analisa Satuan Pekerjaan sesuai dengan lokasi proyek yang bersangkutan. Berikut adalah Rencana Anggara Biaya yang sudah menggunakan TPD dengan dibandingkan setelah menggunakan IPD:

Tabel 1.6 Rencana Anggaran Biaya Struktur TPD dan IPD

BIAYA STRUKTUR TPD & IPD							
Keterangan	TPD			IPD			
LT.1 PEK. BAJA	HARGA SATUAN	SAT.	VOL.	JUMLAH HARGA SATUAN Rp.	VOL.	JUMLAH HARGA SATUAN Rp.	
Pek. Kolom Baja H-Beam 300 x 300 x 10 x 15 mm x 12	44,820.00	kg	5,640.00	Rp 252,784,800.00	5,388.61	Rp 241,517,500.20	
Pek. Balok Baja IWF 300X150X6,5X9 mm	44,820.00	kg	3,520.00	Rp 157,766,400.00	3,457.30	Rp 154,956,186.00	
Pek. Balok Baja IWF 200X100X5,5X8 mm	44,820.00	kg	1,280.00	Rp 57,369,600.00	1,205.87	Rp 54,047,093.40	
Jumlah				Rp 467,920,800.00		Rp 450,520,779.60	
LT. 2 PEK. BAJA							
Pek. Kolom Baja H-Beam 300 x 300 x 10 x 15 mm x 12	44,820.00	kg	4,512.00	Rp 202,227,840.00	4,195.88	Rp 188,059,341.60	
Pek. Balok Baja IWF 300X150X6,5X9 mm	44,820.00	kg	3,520.00	Rp 157,766,400.00	3,229.16	Rp 144,730,951.20	
Pek. Balok Baja IWF 200X100X5,5X8 mm	44,820.00	kg	1,280.00	Rp 57,369,600.00	1,554.61	Rp 69,677,620.20	
Jumlah				Rp 417,363,840.00		Rp 402,467,913.00	
LT.3 PEK. BAJA							
Pek. Kolom Baja H-Beam 300 x 300 x 10 x 15 mm x 12	44,820.00	kg	3,384.00	Rp 151,670,880.00	2,905.81	Rp 130,238,404.20	
Pek. Balok Baja IWF 300X150X6,5X9 mm	44,820.00	kg	2,200.00	Rp 98,604,000.00	2,103.98	Rp 94,300,383.60	
Pek. Balok Baja IWF 200X100X5,5X8 mm	44,820.00	kg	768.00	Rp 34,421,760.00	778.22	Rp 34,879,820.40	
Jumlah				Rp 284,696,640.00		Rp 259,418,608.20	
Jumlah PEK.BAJA				Rp 1,169,981,280.00		Rp 1,112,407,300.80	

Sumber: Hasil Penelitian tahun 2020

Tabel 1.7 Komparasi Rencana Anggaran Biaya TPD dengan IPD

KOMPARASI BIAYA TPD DAN IPD		Jumlah Harga
TPD	Rp	1,169,981,280.00
IPD	Rp	1,112,407,300.80
Selisih biaya	Rp	57,573,979.20
Persentase TPD dengan IPD		5%

Sumber: Hasil Penelitian tahun 2020

Berdasarkan analisis biaya terhadap struktur rangka baja bahwa biaya terletak pada perbedaan hitungan volume yang dihitung secara manual dari metode TPD, berbeda dengan volume IPD yang menggunakan BIM Archicad dihasilkan secara otomatis dapat terhitung. Jumlah biaya berdasarkan volume baja dari metode TPD sebesar Rp. 1.169.981.280, sedangkan biaya dengan metode IPD sebesar 1.112.407.300. Selisih biaya dari kedua metode tersebut sebesar Rp 57.573.979. Setelah membandingkan analisis dengan metode IPD ternyata biaya rendah, dibanding dengan metode TPD dengan persentase 5%. Dari perhitungan biaya tersebut dapat mengurangi resiko biaya yang tinggi dan lebih hemat, karena dilakukan dengan menggunakan BIM sehingga proses dapat menjadi efisien dan efektif dengan hasil biaya yang tepat dan akurat melalui metode IPD.

KESIMPULAN

1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan *cost effective* dari struktur (rangka baja) pada bangunan kantor, jika dikomparasikan menggunakan metode *Integrated Project Delivery* (IPD) dengan *Traditional Project Delivery* (TPD), adalah:

1. IPD dengan menggunakan BIM Archicad dapat membantu secara otomatis dalam penghitungan satuan angka struktur dalam perencanaan Rencana Anggaran Biaya (RAB) sebuah proyek bangunan sehingga meningkatkan kinerja proyek.
2. Metode TPD dihitung secara manual dibanding IPD. Dimana untuk hasil RAB dengan metode TPD lebih tinggi dibanding menggunakan IPD, tetapi jika pada saat pelaksanaan proyek berlangsung untuk RAB yang dihitung dengan manual dan secara TPD dapat terjadi lonjakan biaya yang tidak diduga, maka seorang Arsitek harus bertanggung jawab atas biaya tersebut. Berbeda dengan RAB yang menggunakan metode IPD dengan hasil penelitian bahwa biaya yang dihasilkan lebih rendah dari awal perhitungan, dari hasil tersebut dapat meminimalisir biaya yang tidak diduga dari

hitungan manual karena biaya yang dihitung dilakukan dengan tepat, salah satunya dengan menggunakan BIM.

3. Dalam perhitungan biaya dengan menggunakan BIM melalui metode IPD, proses sebuah proyek dapat menjadi efisien dan efektif dengan hasil biaya yang tepat dan akurat sehingga *cost effective* dapat tercapai, hal ini juga dapat mencegah adanya biaya yang tidak diduga dari metode TPD.
4. Metode IPD dengan sistem yang transparan dan efektif, untuk pengambilan keputusan pemilik dapat bermanfaat bagi kinerja biaya sebuah bangunan. Hal tersebut memiliki potensi untuk mempengaruhi efisiensi konstruksi, sehingga menurunkan biaya konstruksi secara keseluruhan.

2. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan berdasarkan kesimpulan, bahwa banyak sekali manfaat dari metode IPD dengan menggunakan BIM Archichad, dimana untuk menghitung dan merencanakan anggaran biaya sebuah proyek dapat dengan tepat dan akurat. Sehingga menjadi lebih efektif dan efisien dengan tercapainya *cost effective* bangunan tersebut. Memanfaatkan BIM dapat memungkinkan peluang untuk kedepannya dalam kinerja efektifitas biaya konstruksi bangunan. Tetapi untuk melihat keberhasilan penggunaan BIM ini perlu lebih banyak dengan mengidentifikasi ataupun melakukan komparasi pada kasus nyata lainnya. Sehingga dari banyak studi yang dilakukan dapat memberikan gambaran untuk kinerja biaya bangunan kedepannya.

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam proses penulisan berlangsung terimakasih atas bimbingannya kepada Ir. Handoyotomo, MSA yang telah memberikan masukan. Dan suatu kehormatan atas dukungannya dari pihak Program Pendidikan Profesi Arsitek, Jurusan Arsitektur Universitas Islam Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Aisyah, dkk. 2019. PENERAPAN PRINSIP ARSITEKTUR INDUSTRIAL DALAM PRODUKTIFITAS RUANG PADA SOLO CREATIVE DESIGN CENTER. Prodi Arsitektur. Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret. Surakarta
- Ed, AIA fifteenth. 2014. Architect Handbook of Professional Practice.
- Young, Nobert W, Jones, Stephen A, Bernstein, Harvey M. 2008. Building Information Modeling (BIM), Transforming Design and Construction to Achieve Greater Industry Productivity. Smart Market Report.
- Yudha, Nyoman Astana. 2017. Estimasi Biaya Konstruksi Gedung Dengan Cost Significant Model. Prodi Teknik Sipil. Universitas Bukit Jimbaran, Badung. Bali

Internet

- <https://jabarprov.go.id/index.php/pages/id/1062/>
- <https://kemenperin.go.id/artikel/4807/Harga-Bahan-Baku-Industri-Baja-Melonjak>