

Efektivitas Integrated Project Delivery (IPD) Pada Kinerja Manajemen Studi Kasus Perancangan UPT Lab Dan Alat Berat, Kulon Progo

Naura Hassa Lalitya Cornika¹, Ahmad Saifudin Mutaqi²

¹Jurusan Arsitektur, Universitas Islam Indonesia

¹Surel: 19515012@students.uui.ac.id

ABSTRAK: Perkembangan pada industri konstruksi pada era revolusi industri 4.0 tersebut ditandai dengan munculnya *Building Information Modelling (BIM)* yang menyajikan informasi secara virtual sebelum dilakukan proses konstruksi. Penggunaan software BIM dapat diimplementasikan dalam penyampaian proyek konstruksi yang mengintegrasikan pemangku kepentingan (*stakeholder*), sistem, struktur, dan bisnis secara kolaboratif dan memanfaatkan banyak keilmuan dan kemampuan yang disebut *Integrated Project Delivery (IPD)*. Persoalan yang dihadapi dalam penelitian ini adalah beberapa perusahaan di bidang konstruksi dan arsitektur masih menggunakan gambar 2D atau gambar CAD pada gambar pra-rancangan pada perangkat lunak yang berbeda. Ditinjau dari metode penelitian, akan dilakukan melalui metode *Comparability analysis* yang mana melakukan penyelidikan terhadap dua atau lebih alternatif, proses, produk, kualifikasi, data, sistem, dan lainnya secara berdampingan. Ditinjau dari data yang disajikan adalah mengenai pembuatan RAB, kurva S, dan uji *clash detection* secara tradisional dan simulasi IPD. Dalam penelitian ini akan menganalisa dan mensimulasi implementasi BIM dengan IPD dengan tujuan untuk mengetahui efektivitas penggunaan IPD pada bangunan sederhana.

Kata kunci: revolusi industry, integrated project delivery

PENDAHULUAN

Saat ini hampir seluruh negara di dunia sudah memasuki era revolusi industri 4.0, era di mana kemajuan teknologi yang dapat mengintegrasikan dunia fisik, digital, dan biologis dan menjadi perubahan dalam cara kerja manusia secara fundamental. Dengan perkembangan teknologi yang semakin berkembang, banyak bermunculan disiplin ilmu antara lain di bidang *artificial intelligent* dan teknologi lainnya yang berbasis internet.

Tidak terkecuali dengan terobosan baru dalam bidang konstruksi. Dengan adanya revolusi industri 4.0 membuat semua proses konstruksi di lapangan dapat tersaji secara virtual. Revolusi industri merupakan sebuah tantangan dalam berbagai bidang industri yang harus dihadapi, termasuk industri konstruksi di dalamnya. Hingga kemudian muncul *Building Information Modeling (BIM)* yang merupakan jawaban dari perkembangan revolusi industri dalam industri konstruksi. BIM membawa revolusi baru dalam arsitektur. Seluruh elemen perancangan dalam BIM terintegrasi secara virtual. Hingga saat ini pun penggunaan software berbasis BIM sudah mulai marak digunakan dalam proyek konstruksi di Indonesia. Karena teknologi ini lebih terintegrasi, interaktif, serta pendekatan secara virtual untuk desain bangunan. Penggunaan software berbasis BIM juga semakin menguntungkan dengan adanya fitur '*Clash Detection*'. BIM pada dasarnya membantu dalam pengambilan keputusan sejak tahap awal secara kolaboratif dengan koordinasi yang baik.

The National Building Information Modeling Standards (NBIMS) mendefinisikan BIM sebagai representasi digital secara fisik dan karakter fungsional. BIM adalah kolaborasi oleh pemangku kepentingan yang berbeda pada fase yang berbeda untuk memodifikasi informasi di BIM untuk mendukung dan mencerminkan peran pemangku kepentingan tersebut. BIM merupakan proses terintegrasi dari pengembangan dan pemanfaatan komputer untuk menghasilkan, mensimulasikan desain, perencanaan, jadwal konstruksi, informasi umum dan mendeteksi adanya bentrok (*clash*) seperti karakter fisik dan fungsional digital sebelum dibangun.

Penggunaan software BIM dapat diimplementasikan dalam penyampaian metode proyek konstruksi yang lebih modern, yaitu IPD. Menurut *The American Institute of Architects (2007)* *Integrated Project Delivery (IPD)* merupakan pendekatan dalam penyampaian proyek konstruksi yang mengintegrasikan pemangku kepentingan (*stakeholder*), sistem, struktur, dan bisnis secara kolaboratif dan memanfaatkan banyak keilmuan dan kemampuan. Hal-hal tersebut dapat memaksimalkan efisiensi pada semua fase dari pra-desain hingga penyerahan proyek dan evaluasi pasca huni.

Pengembangan Manajemen Proyek Terpadu

Pada dasarnya implementasi IPD pada sebuah konstruksi akan lebih efisien pada bangunan berukuran besar dan kompleks dengan fasilitas yang dapat diduplikasi di banyak titik. Kompleksitas tersebut yang memungkinkan adanya konflik (clash) antara beberapa aspek dalam bangunan. Clash dapat ditemukan pada sistem struktur, arsitektur, dan mekanikal elektrik dan plumbing (MEP). Fungsi bangunan UPT Lab dan Alat Berat DPUPKP ini yang merupakan fungsi yang seharusnya ada pada setiap daerah. Sehingga apabila sudah menggunakan IPD maka pembangunan di daerah-daerah lainnya bisa lebih mudah. Meskipun bukan bangunan yang termasuk kompleks. Hal tersebut juga akan dibahas pada penelitian ini.

STUDI PUSTAKA

A. Tahapan Mendesain

Pembuatan desain proyek ini mengikuti acuan dan tahapan berdasarkan indikator dari standar IAI karena standar acuan kerja yang berlaku di Indonesia mengacu kepada standar-standar tersebut. Dalam hal prosedur layanan dan tahapan dalam mendesain acuan yang dikerjakan antara lain:

1. Tahapan konsep perancangan yang berisikan gagasan konsep untuk menerjemahkan keinginan klien dan kesesuaian kaidah arsitektural
2. Tahapan kedua pra rancangan atau skematik desain yang memaparkan gambar DED awal dan skema-skema mendukung konsep
3. Tahapan ke tiga pengembangan rancangan
4. Tahapan ke empat pembuatan gambar kerja
5. Tahapan kelima proses pengadaan pelaksanaan konstruksi
6. Tahapan pengawasan berkala.

B. Penggunaan BIM

Berdasarkan jurnal mengenai *"Improve the Productivity of Building Construction Project using Clash detection Application in Building Information Modeling."* Hal pertama yang dilakukan adalah menentukan elemen apa saja yang akan diidentifikasi. Yang nantinya akan membandingkan clash antara ke tiganya:

1. Model arsitektur dengan model struktural
2. Model arsitektur dengan model MEP
3. Model struktural dengan model MEP

Penggunaan BIM diadopsi secara merata dalam tahap perencanaan dan desain. Dalam tahap konstruksi dan pasca konstruksi, visualisasi merupakan tujuan paling populer dari penggunaan BIM. Namun setiap tahap memiliki grafik antar tujuan yang relatif.

C. Uji Clash Detection

Dalam uji deteksi bentrokan (clash detection), Navisworks akan mendeteksi konflik antara elemen yang berbeda dalam Model Informasi Bangunan 3D sebelum konstruksi benar-benar dimulai. Serta mengoptimalkan waktu dalam jadwal konstruksi, mengurangi biaya, dan mengubah pesanan. Jenis bentrokan yang terjadi antara lain adalah (Raut & Valunjar, 2017):

Bentrokan keras

Bentrokan jenis ini terjadi dengan dua objek menempati ruang yang sama. Seperti pipa yang melewati dinding, lampu langit-langit bawah. Jenis informasi ini dimasukkan dalam objek pemodelan BIM dan bentrokan keras menyediakan deteksi berdasarkan geometri serta algoritma yang berbasis aturan.

Soft Clash / Clearance Clash Soft

Mendeteksi bentrokan yang terjadi ketika objek membutuhkan toleransi spasial atau geometris yang lebih positif, ruang dalam zona aksesibilitas, isolasi, pemeliharaan, dan keamanan. Misalnya, komponen AC mungkin memerlukan jarak bebas tertentu untuk memungkinkan pemeliharaan, akses, atau keselamatan yang akan ditiadakan oleh balok baja.

Bentrokan 4D / Alur Kerja

Jenis bentrokan ini mungkin melibatkan penjadwalan kontraktor, pengiriman peralatan, seperti derek, bulldoser, material, dan konflik penentuan waktu secara umum. Misalnya, kru kerja tiba ketika tidak ada peralatan di lokasi. Karena objek ini sering dijadwalkan sebagai sementara, dihancurkan, atau ada jadwal

lain. Perlu untuk melibatkan objek tersebut untuk mendeteksi bentrokan guna memastikan objek tersebut tidak mempengaruhi proyek.

Meskipun begitu, terkadang bentrokan terjadi bukan karena adanya kesalahan dalam proses konstruksi melainkan ada faktor lain yang dapat menyebabkan teridentifikasinya clash, oleh karena itu dalam jurnal berjudul *“Improve the Productivity of Building Construction Project using Clash detection Application in Building Information Modeling”* menyebutkan diperlukan strategi untuk menghindari adanya clash tersebut.

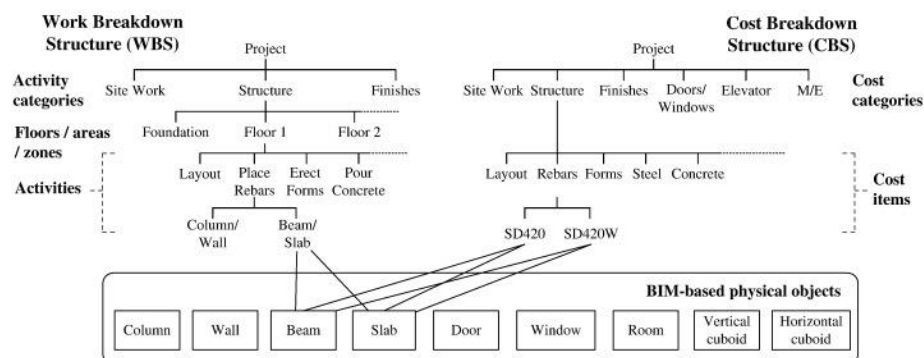
8 strategi untuk menghindari bentrokan (Akponeware & Adamu, 2017) :

- Terapkan BIM dalam pengadaan tradisional
- Mengintegrasikan Teknik, Konstruksi dan Pengadaan
- Peningkatan algoritma deteksi perangkat lunak
- Kreasi bersama antar kepentingan di ruang kerja bersama
- Desainer bekerja dengan lebih banyak informasi yang diberikan oleh spesialis lain
- Desainer lebih berhati-hati / akurat dengan keluaran model mereka sendiri
- Koordinasi desain dalam lingkungan data umum
- Kesadaran situasional bersama

D. Membuat Kurva S

1. Mengidentifikasi kegiatan yang ada dalam proyek
2. Membuat Work Breakdown Structure (WBS)
3. Mengidentifikasi urutan aktivitas pekerjaan
4. Mengestimasi durasi setiap aktivitas
5. Membuat perencanaan jadwal proyek menggunakan metode yang sudah ada

IPD dapat mengintegrasikan informasi jadwal dari struktur rincian kerja (WBS) dan informasi biaya dari struktur rincian biaya (CBS). Serta menampilkan usulan penggunaan objek 3D fisik (atau komponen) model BIM untuk mengintegrasikan aktivitas penjadwalan dan item biaya.



Gambar 1 Bagan Integrasi BIM

Sumber : Automation in Construction Volume 72, Part 3, December 2016

E. Komparasi IPD dan Non-IPD

Berdasarkan penelitian Guangbin, Wei dan Xuru (2011) menyebutkan bahwa data yang terkumpul pada eksperimen tersebut menunjukkan bahwa dalam perbandingan jumlah bentrokan elemen dan kesalahan desain yang terdeteksi terdapat 15,5 % lebih sedikit daripada cara tradisional. Dalam analisa pemanfaatan waktu, 27,6% lebih efisien daripada cara tradisional, walaupun banyak memakan waktu di awal.

Pada jurnal lain menyebutkan bahwa Stanford University Center for Integrated Facilities Engineering (CIFE) memiliki penelitian yang berdasarkan 32 proyek besar yang menggunakan BIM memiliki kelebihan sebagai berikut:

- Memangkas anggaran yang tidak digunakan sebesar 40%
- Akurasi estimasi biaya mencapai 3%
- Memangkas waktu untuk merancang estimasi biaya hingga 80%

Pengembangan Manajemen Proyek Terpadu

- Penghematan hingga 10% dari nilai kontrak melalui 'Clash Detection'
- Menghemat waktu pengerjaan hingga 7%

METODOLOGI

A. Metodologi Evaluasi

Dalam penelitian digunakan metode penelitian *comparability analysis*. Menurut Nazir (2005: 58) penelitian komparatif adalah sejenis penelitian deskriptif yang ingin mencari jawaban secara mendasar tentang sebab-akibat, dengan menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya ataupun munculnya suatu fenomena tertentu. Bersifat membandingkan antara dua kelompok atau lebih dari suatu variabel tertentu. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kualitas metode konstruksi tradisional terhadap kemudahan proses konstruksi yang mengimplementasikan IPD.

Comparability analysis melakukan penyelidikan terhadap dua atau lebih alternatif, proses, produk, kualifikasi, data, sistem, dan lainnya secara berdampingan. Hasil penyelidikan tersebut diharapkan menghasilkan informasi yang bermakna dalam perbedaan penggunaan dua metode konstruksi yang berbeda. Metode ini melibatkan 2 disiplin ilmu yaitu metode konstruksi tradisional dengan Integrated Project Delivery (IPD)

Penelitian deskriptif yang ingin mencari jawaban secara mendasar tentang sebab-akibat, dengan menganalisis faktor-faktor penyebab terjadinya ataupun munculnya suatu fenomena tertentu. Bersifat membandingkan antara dua kelompok atau lebih dari suatu variabel tertentu.

B. Metodologi Pencarian Data

Untuk memperoleh data mengenai efisiensi IPD dalam manajemen, mutu, dan waktu maka dilakukan hal berikut:

1. Melakukan identifikasi clash detection antar 2 elemen. Metodologi yang digunakan yaitu membuat 3 model ".archicad" menggunakan ArchiCAD 24 antara arsitektural dan structural.
2. Memindahkan file model ArchiCAD ke dalam Navisworks yang digunakan untuk mendeteksi clash menggunakan fitur 'Clash Detection'. Kemudian pilih 2 model yang memiliki kemungkinan terjadi kesalahan. Kesalahan atau clash akan terdeteksi setelah fitur tersebut diaktifkan.
3. Membuat perhitungan rencana anggaran biaya dari hasil objek sebelum diidentifikasi dan sesudah identifikasi *clash detection*.
4. Membuat beberapa kemungkinan bentuk Kurva-S yang ideal menggunakan Microsoft Excel

Data primer yang digunakan dalam penelitian ini berupa 3D modeling ArchiCAD, hasil pengujian Clash Detection menggunakan Navisworks, hasil data perkiraan Kurva S, dan hasil perhitungan rencana anggaran biaya. Sedangkan data sekunder yang digunakan adalah kajian teori pembuatan Kurva S, RAB, dan perbandingan IPD dan non-IPD.

C. Variabel Penelitian

Sugiyono (1997) menyatakan bahwa variabel di dalam penelitian merupakan suatu atribut dari sekelompok obyek yang diteliti yang mempunyai variasi antara satu dengan yang lain dalam kelompok tersebut. Variabel adalah objek penelitian, atau apa yang menjadi titik perhatian suatu penelitian.

Tabel 1 Variabel Penelitian

Variabel	Indikator	Metode
Biaya	Data rencana anggaran biaya menggunakan TPD dan IPD	Data perhitungan RAB
Mutu	Analisa penambahan waktu ketika clash ditemukan antara TPD dan IPD	Data Clash Detection
Waktu	Data waktu pengerjaan menggunakan TPD dan IPD	Kurva S

Sumber : Penulis

D. Pemilihan Perangkat Simulasi

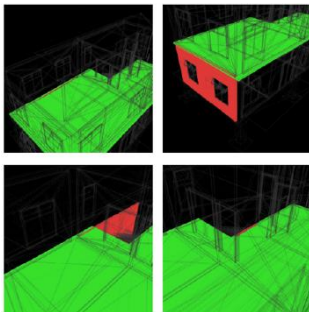
Merupakan program aplikasi untuk membuat visualisasi keseluruhan bangunan virtual dengan elemen struktural seperti dinding, plat, atap, pintu, jendela, dan furnitur. ArchiCAD memungkinkan pengguna untuk bekerja dengan representasi 2D atau 3D secara virtual. Denah, ketinggian, dan bagian dibuat dari model bangunan virtual 3D dan dapat secara otomatis diperbarui jika salah satu tampilan dibuat atau dihapus. ArchiCAD dapat mengimpor dan mengekspor file DWG, DXF, dan IFC. graphisoft mendukung pertukaran data BIM 3D antar disiplin yang berbeda pada platform open-source. ArchiCAD juga dapat mengekspor model 3D dan gambar 2D yang sesuai ke format BIMx yang dapat dilihat di sejumlah platform dekstop dan seluler dengan penampil BIMx asli.

Merupakan program aplikasi untuk meningkatkan koordinasi dalam BIM seperti menggabungkan desain dan data konstruksi menjadi satu model, mengidentifikasi dan menyelesaikan masalah bentrokan dan interfensi sebelum konstruksi, mengumpulkan data dari berbagai perdagangan untuk hasil kontrol yang lebih baik. Autodesk memiliki beberapa fitur untuk mensimulasikan objek secara 4D dan 5D menggunakan fitur *timeliner* untuk menganimasikan dan menginteraksikan simulasi objek 3D untuk simulasi, serta membuat jadwal perencanaan langsung dari modeling.

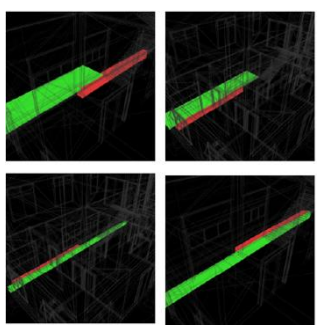
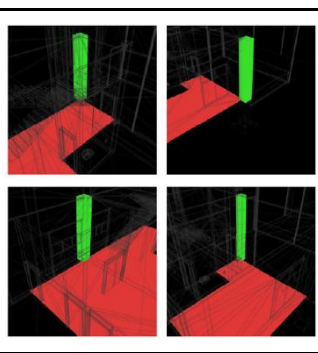
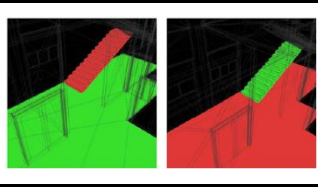
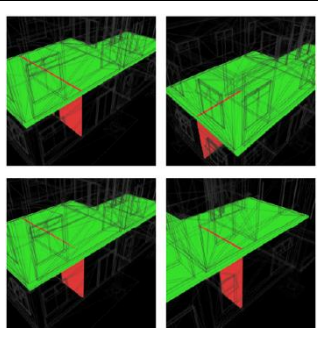
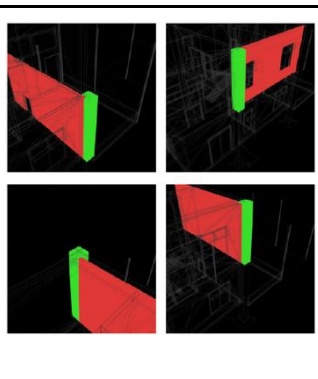
Dengan Navisworks dapat merekam jumlah material dari bentuk 2D dan 3D. Sehingga dapat mengimpor jadwal dan item harga dari aplikasi manajemen proyek eksternal seperti Microsoft Project. Membuat tampilan proyek yang tersinkronisasi dengan menggabungkan file Revit dengan AutoCAD termasuk geometri, gambar, dan data.

HASIL PENELITIAN

A. Analisa Clash Detection Pertama

Ilustrasi	Jarak	Keterangan	Solusi
	100 mm	Ditemukan clash pada pengecoran plat yang melebihi ukuran yang dibutuhkan	Membongkar dengan alat hammer drill. Waktu yang dibutuhkan : 1 minggu Biaya yang ditambahkan : biaya tenaga dan biaya sewa alat

Pengembangan Manajemen Proyek Terpadu

	100 mm	Balok menabrak plat lantai	Bukan termasuk kesalahan konstruksi
	100 mm	Plat menabrak kolom	Bukan masalah konstruksi. Karena ada stack besi. Dan pengecoran bersamaan dilakukan bersamaan.
	144 mm	Tangga menabrak plat	Menyesuaikan ukuran trap tangga. Penyesuaian pada finishing apabila sudah dilakukan pengecoran atau penyesuaian pada tinggi trap.
	150 mm	Dinding menabrak plat lantai	Membongkar dinding, dan membuat balok baru dengan campuran semen khusus penyambung cor dengan sistem grouting. Waktu yang dibutuhkan : membongkar dinding 1 hari. Maksimal seluruh pengerjaan seminggu. Biaya yang ditambahkan : biaya bongkar, pengecoran, dan biaya tenaga.
	150 mm	Kolom menabrak dinding	Bukan termasuk kesalahan konstruksi.

	<p>150 - 550 mm</p>	<p>Balok menabrak dinding</p>	<p>Solusi : Dalam konstruksi hal ini tidak mungkin terjadi karena konstruksi balok lebih dulu dikerjakan dari dinding.</p> <p>Namun apabila terjadi diberi pengunci plat dan pengikat bata.</p> <p>Waktu yang dibutuhkan : 2 hari</p> <p>Biaya yang ditambahkan : Biaya material plat dan pengikat bata dan biaya tenaga</p> <p>Bila kesalahan yang ditemukan adalah pada ukuran balok, maka perlu membongkar dinding dan balok.</p> <p>Waktu yang dibutuhkan : 1 minggu pengerjaan bongkar dan 1 minggu untuk merapikan</p> <p>Biaya yang ditambahkan : biaya bongkar, pembuatan balok, dan biaya tenaga.</p>
--	-----------------------------	-----------------------------------	---

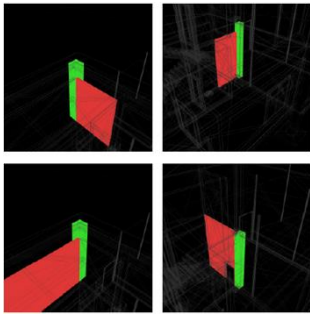
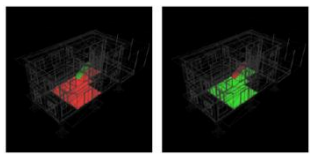
Pengaruhnya terhadap RAB

Pada modeling pertama menghasilkan rencana anggaran biaya 8,93 % lebih mahal dari TPD. Tetapi dengan banyaknya clash yang ditemukan, sehingga hasil luas atau volume yang tertera fitur scheduling pada ArchiCAD kurang akurat.

<p>Pekerjaan Beton Non-Struktural</p> <p>Rabat beton 16,42 m3 IDR741.050 IDR12.168.041 IDR12.168.041</p>					<p>Pekerjaan Beton Non-Struktural</p> <p>Rabat beton 16,08 m3 IDR741.050 IDR11.916.084 IDR11.916.084</p>				
<p>Pekerjaan Beton Struktural</p> <p>Kolom 600 x 600 18,14 m3 IDR1.026.600 IDR18.622.524 IDR63.361.752</p> <p>Kolom 400 x 400 1,03 m3 IDR1.026.600 IDR1.057.396</p> <p>Balok B3 350 x 700 17,67 m3 IDR1.026.600 IDR18.140.022</p> <p>Balok B3 250 x 400 0,26 m3 IDR1.026.600 IDR266.916</p> <p>Plat beton 150 mm 24,62 m3 IDR1.026.600 IDR25.274.892</p>					<p>Pekerjaan Beton Struktural</p> <p>Kolom 600 x 600 19,33 m3 IDR1.026.600 IDR19.844.178 IDR77.364.576</p> <p>Kolom 400 x 400 1,03 m3 IDR1.026.600 IDR1.057.396</p> <p>Balok B3 350 x 700 28,42 m3 IDR1.026.600 IDR29.175.972</p> <p>Balok B3 250 x 400 0,26 m3 IDR1.026.600 IDR266.916</p> <p>Plat beton 150 mm 27,61 m3 IDR1.026.600 IDR28.344.426</p>				
<p>Pekerjaan Atap</p> <p>Genteng Keramik 215,78 m2 IDR198.900 IDR42.918.642 IDR42.918.642</p>					<p>Pekerjaan Atap</p> <p>Genteng Keramik 211,86 m2 IDR198.900 IDR42.138.954 IDR42.138.954</p>				
<p>Pekerjaan Gudang dan Parkir</p> <p>Penutup atap zincalum 0,30 bmt 74,35 m2 IDR148.150 IDR11.014.953 IDR36.614.307</p> <p>Penutup dinding zincalum 0,30 mm bmt + rangka baja ringan 107,47 m2 IDR238.200 IDR25.599.354</p>					<p>Pintu dan Jendela</p> <p>Penutup atap zincalum 0,30 bmt 88,37 m2 IDR148.150 IDR13.092.016 IDR33.858.292</p> <p>Penutup dinding zincalum 0,30 mm bmt + rangka baja ringan 87,18 m2 IDR238.200 IDR20.766.276</p>				
<p>Pintu dan Jendela</p> <p>Pintu, tipe P01 4 unit IDR10.587.846 IDR42.351.384 IDR170.297.905</p> <p>Pintu, tipe P02 1 unit IDR7.640.251 IDR7.640.251</p> <p>Pintu, tipe P03 4 unit IDR6.105.832 IDR24.423.328</p> <p>Pintu, tipe P04 1 unit IDR5.088.614 IDR5.088.614</p> <p>Pintu, tipe P05 2 unit IDR3.987.534 IDR7.975.068</p> <p>Pintu, tipe P06 1 unit IDR2.957.918 IDR2.957.918</p> <p>Pintu, tipe P07 1 unit IDR6.388.822 IDR6.388.822</p> <p>Rolling door, tipe RD01 2 unit IDR7.218.750 IDR14.437.500</p> <p>Jendela, tipe J01 11 unit IDR4.666.998 IDR51.336.978</p> <p>Jendela, tipe J02 3 unit IDR2.566.014 IDR7.698.042</p>					<p>Pintu dan Jendela</p> <p>Pintu, tipe P01 4 unit IDR10.587.846 IDR42.351.384 IDR170.297.905</p> <p>Pintu, tipe P02 1 unit IDR7.640.251 IDR7.640.251</p> <p>Pintu, tipe P03 4 unit IDR6.105.832 IDR24.423.328</p> <p>Pintu, tipe P04 1 unit IDR5.088.614 IDR5.088.614</p> <p>Pintu, tipe P05 2 unit IDR3.987.534 IDR7.975.068</p> <p>Pintu, tipe P06 1 unit IDR2.957.918 IDR2.957.918</p> <p>Pintu, tipe P07 1 unit IDR6.388.822 IDR6.388.822</p> <p>Rolling door, tipe RD01 2 unit IDR7.218.750 IDR14.437.500</p> <p>Jendela, tipe J01 11 unit IDR4.666.998 IDR51.336.978</p> <p>Jendela, tipe J02 3 unit IDR2.566.014 IDR7.698.042</p>				
<p>Pekerjaan Finishing Lantai dan Dinding</p> <p>Keramik 500 x 500 110,08 m2 IDR198.450 IDR23.631.426 IDR47.714.590</p> <p>Keramik tekstur 500 x 500 100,72 m2 IDR198.450 IDR19.987.884</p> <p>Keramik tekstur wc 300 x 300 4,25 m2 IDR186.700 IDR793.475</p> <p>Floor hardener 64,3 m2 IDR5.135.000 IDR3.301.805</p>					<p>Pekerjaan Finishing Lantai dan Dinding</p> <p>Keramik 500 x 500 163,04 m2 IDR198.450 IDR32.355.288 IDR50.076.933</p> <p>Keramik tekstur 500 x 500 72,68 m2 IDR198.450 IDR14.423.346</p> <p>Keramik tekstur wc 300 x 300 3,62 m2 IDR186.700 IDR675.854</p> <p>Floor hardener 51,07 m2 IDR5.135.000 IDR2.622.445</p>				
<p>Pekerjaan Plafon</p> <p>Plafon gypsum 9 mm 146,66 m2 IDR105.800 IDR15.516.628 IDR15.973.513</p> <p>Plafon GRC 4 mm 4,26 m3 IDR107.250 IDR456.885</p>					<p>Pekerjaan Plafon</p> <p>Plafon gypsum 9 mm 158,02 m2 IDR105.800 IDR16.718.516 IDR17.175.401</p> <p>Plafon GRC 4 mm 4,26 m3 IDR107.250 IDR456.885</p>				
<p>Trisian Atap</p> <p>Plafon GRC 4 mm 56,45 m3 IDR107.250 IDR6.054.263 IDR6.054.263</p>					<p>Pekerjaan Plafon</p> <p>Plafon GRC 4 mm 55,57 m3 IDR107.250 IDR5.959.883 IDR5.959.883</p>				
<p>Pekerjaan Tangga</p> <p>Tangga beton 150 mm 5,44 m3 IDR1.026.600 IDR5.584.704 IDR5.584.704</p>					<p>Pekerjaan Tangga</p> <p>Tangga beton 150 mm 6,18 m3 IDR1.026.600 IDR6.344.388 IDR6.344.388</p>				
<p>Pekerjaan Pasangan dan Plesteran</p> <p>Pasangan Pondasi Batu Kali 49,14 m3 IDR732.300 IDR35.985.222 IDR111.850.397</p> <p>Pasangan dinding bata ringan 511,61 m2 IDR122.050 IDR62.442.001</p> <p>Pasangan dinding 1/2 bata (1pc:3ps) 51,26 m2 IDR177.500 IDR9.098.650</p> <p>Plesteran dinding 1/2 bata (1pc:3ps) 102,52 m2 IDR37.500 IDR3.844.500</p> <p>Pasangan dinding 1/2 bata (1pc:6ps) 2,36 m2 IDR122.400 IDR288.864</p> <p>Plesteran dinding 1/2 bata (1pc:6ps) 4,72 m2 IDR40.500 IDR191.160</p>					<p>Pekerjaan Pasangan dan Plesteran</p> <p>Pasangan Pondasi Batu Kali 36,8 m3 IDR732.300 IDR26.948.640 IDR143.163.043</p> <p>Pasangan dinding bata ringan 0 m2 IDR122.050 IDR0</p> <p>Pasangan dinding 1/2 bata (1pc:3ps) 439,7 m3 IDR177.500 IDR77.506.528</p> <p>Plesteran dinding 1/2 bata (1pc:3ps) 870,29 m3 IDR37.500 IDR325.250</p> <p>Pasangan dinding 1/2 bata (1pc:6ps) 41,72 m3 IDR122.400 IDR5.096.250</p> <p>Plesteran dinding 1/2 bata (1pc:6ps) 10,5 m3 IDR40.500 IDR426.585</p>				
<p>Total IDR512.538.113</p>					<p>Total IDR558.295.459</p>				

Gambar 2 Perbandingan RAB pertama
Sumber : Penulis

B. Analisa Clash Detection Kedua

Ilustrasi	Jarak	Keterangan	Solusi
	150 mm	Kolom menabrak dinding	Bukan termasuk kesalahan konstruksi.
	107 mm	Tangga menabrak plat	Menyesuaikan ukuran trap tangga. Penyesuaian pada finishing apabila sudah dilakukan pengecoran atau penyesuaian pada tinggi trap.

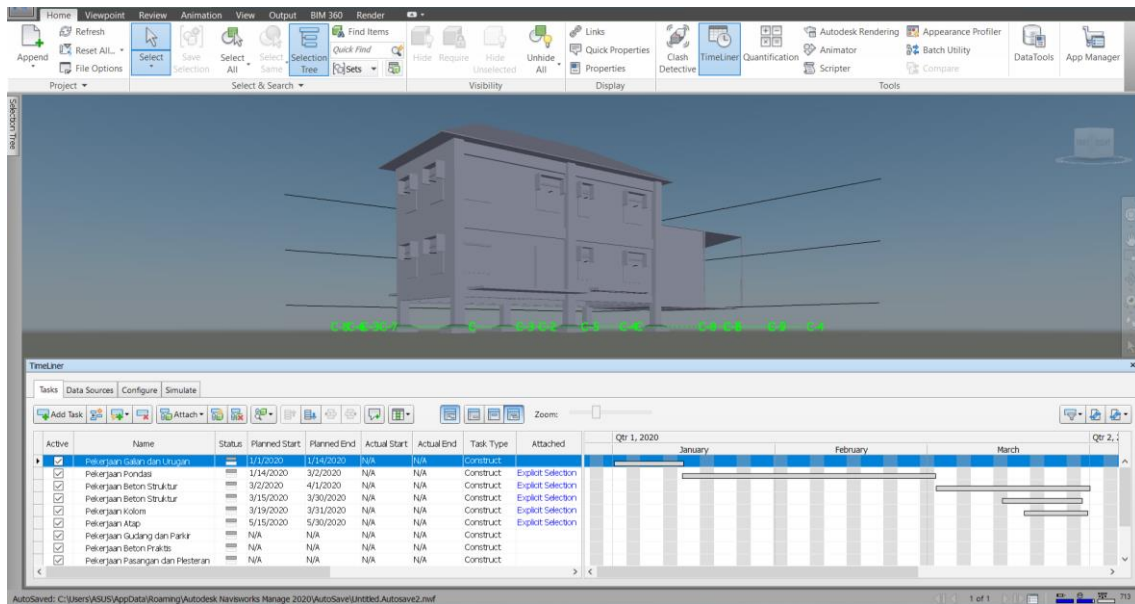
Pengaruhnya terhadap RAB

Setelah 3D modeling dibuat lebih akurat menghasilkan perhitungan luas atau volumem yang lebih akurat. Menghasilkan rencana anggaran biaya yang lebih hemat 4,54 % Penamaan material juga lebih diperhatikan sehingga data material yang dikeluarkan oleh BIM lebih detail.

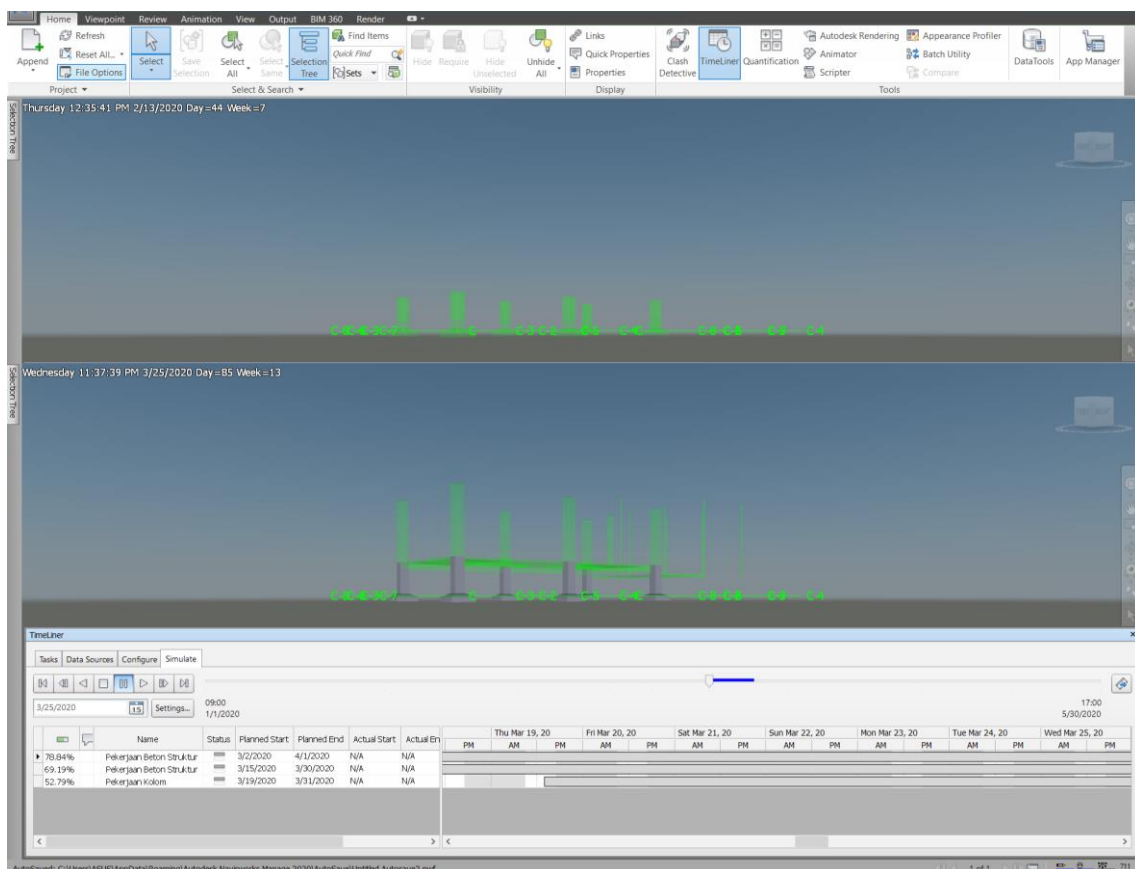
Pekerjaan Beton Non-Struktural					Pekerjaan Beton Non-Struktural						
Rabat beton	16,42	m ³	IDR741.050	IDR12.168.041	IDR12.168.041	Rabat beton	16,04	m ³	IDR741.050	IDR11.886.442	IDR11.886.442
Pekerjaan Beton Struktural					Pekerjaan Beton Struktural						
Kolom 600 x 600	18,14	m ³	IDR1.026.600	IDR18.622.524	IDR63.361.752	Kolom 600 x 600	18	m ³	IDR1.026.600	IDR18.478.800	IDR70.106.514
Kolom 400 x 400	1,03	m ³	IDR1.026.600	IDR1.057.398		Kolom 400 x 400	1,33	m ³	IDR1.026.600	IDR1.365.378	
Balok B1 350 x 700	17,67	m ³	IDR1.026.600	IDR18.140.022		Balok B1 350 x 700	21,43	m ³	IDR1.026.600	IDR22.000.038	
Balok B3 250 x 400	0,26	m ³	IDR1.026.600	IDR266.916		Balok B3 250 x 400	0,26	m ³	IDR1.026.600	IDR266.916	
Plat beton 150 mm	24,62	m ³	IDR1.026.600	IDR25.274.892		Plat beton 150 mm	27,27	m ³	IDR1.026.600	IDR27.995.382	
Pekerjaan Atap					Pekerjaan Atap						
Genteng Keramik	215,78	m ²	IDR1.98.900	IDR42.918.642	IDR42.918.642	Genteng Keramik	202,48	m ²	IDR1.98.900	IDR40.273.272	IDR40.273.272
Pekerjaan Gudang dan Parkir					Pintu dan Jendela						
Penutup atap zincalium 0,30 bmt	74,35	m ²	IDR148.150	IDR11.014.953	IDR36.614.307	Penutup atap zincalium 0,30 bmt	89,51	m ²	IDR148.150	IDR13.260.907	IDR30.878.179
Penutup dinding zincalium Q,30 mm bmt + rangka baja ringan	107,47	m ²	IDR238.200	IDR25.599.354		Penutup dinding zincalium 0,30 mm bmt + rangka baja ringan	73,96	m ²	IDR238.200	IDR17.617.272	
Pintu dan Jendela					Pintu dan Jendela						
Pintu, tipe P01	4	unit	IDR10.587.846	IDR42.351.384	IDR170.297.905	Pintu, tipe P01	4	unit	IDR10.587.846	IDR42.351.384	IDR170.297.905
Pintu, tipe P02	1	unit	IDR7.640.251	IDR7.640.251		Pintu, tipe P02	1	unit	IDR7.640.251	IDR7.640.251	
Pintu, tipe P03	4	unit	IDR6.105.832	IDR24.423.328		Pintu, tipe P03	4	unit	IDR6.105.832	IDR24.423.328	
Pintu, tipe P04	1	unit	IDR5.088.614	IDR5.088.614		Pintu, tipe P04	1	unit	IDR5.088.614	IDR5.088.614	
Pintu, tipe P05	2	unit	IDR3.987.534	IDR7.975.068		Pintu, tipe P05	2	unit	IDR3.987.534	IDR7.975.068	
Pintu, tipe P06	1	unit	IDR2.957.918	IDR2.957.918		Pintu, tipe P06	1	unit	IDR2.957.918	IDR2.957.918	
Pintu, tipe P07	1	unit	IDR6.388.822	IDR6.388.822		Pintu, tipe P07	1	unit	IDR6.388.822	IDR6.388.822	
Rolling door, tipe RD01	2	unit	IDR7.218.750	IDR14.437.500		Rolling door, tipe RD01	2	unit	IDR7.218.750	IDR14.437.500	
Jendela, tipe J01	11	unit	IDR4.666.998	IDR51.336.978		Jendela, tipe J01	11	unit	IDR4.666.998	IDR51.336.978	
Jendela, tipe J02	3	unit	IDR2.566.014	IDR7.698.042		Jendela, tipe J02	3	unit	IDR2.566.014	IDR7.698.042	
Pekerjaan Finishing Lantai dan Dinding					Pekerjaan Finishing Lantai dan Dinding						
Keramik 500 x 500	110,08	m ²	IDR1.98.450	IDR23.631.426	IDR47.714.590	Keramik 500 x 500	159,51	m ²	IDR1.98.450	IDR31.654.760	IDR49.530.959
Keramik tekstur 500 x 500	100,72	m ²	IDR1.98.450	IDR19.987.894		Keramik tekstur 500 x 500	73,35	m ²	IDR1.98.450	IDR14.556.308	
Keramik tekstur wc 300 x 300	4,25	m ²	IDR1.86.700	IDR793.475		Keramik tekstur wc 300 x 300	4,36	m ²	IDR1.86.700	IDR814.012	
Floor hardener	64,3	m ²	IDR5.1350	IDR3.301.805		Floor hardener	48,8	m ²	IDR5.1350	IDR2.505.880	
Pekerjaan Plafon					Pekerjaan Plafon						
Plafon gypsum 9 mm	146,66	m ²	IDR105.800	IDR15.516.628	IDR15.973.513	Plafon gypsum 9 mm	157,38	m ²	IDR105.800	IDR16.650.804	IDR17.107.689
Plafon GRC 4 mm	4,26	m ³	IDR107.250	IDR456.885		Plafon GRC 4 mm	4,26	m ³	IDR107.250	IDR456.885	
Tritisan Atap					Pekerjaan Plafon						
Plafon GRC 4 mm	56,45	m ³	IDR107.250	IDR6.054.263	IDR6.054.263	Plafon GRC 4 mm	55,57	m ³	IDR107.250	IDR5.959.883	IDR5.959.883
Pekerjaan Tangga					Pekerjaan Tangga						
Tangga beton 150 mm	5,44	m ³	IDR1.026.600	IDR5.584.704	IDR5.584.704	Tangga beton 150 mm	6,18	m ³	IDR1.026.600	IDR6.344.388	IDR6.344.388
Pekerjaan Pasangan dan Plesteran					Pekerjaan Pasangan dan Plesteran						
Pasangan Pondasi Batu Kali	49,14	m ³	IDR732.300	IDR35.985.222	IDR111.850.397	Pasangan Pondasi Batu Kali	36,94	m ³	IDR732.300	IDR27.051.162	IDR87.898.859
Pasangan dinding bata ringan	511,61	m ²	IDR122.050	IDR62.442.001		Pasangan dinding bata ringan	405,86	m ²	IDR122.050	IDR49.535.213	
Pasangan dinding 1/2 bata (1pc:3ps)	51,26	m ²	IDR177.500	IDR9.098.650		Pasangan dinding 1/2 bata (1pc:3ps)	43,14	m ²	IDR177.500	IDR7.552.144	
Plesteran dinding 1/2 bata (1pc:3ps)	102,52	m ²	IDR37.500	IDR3.844.500		Plesteran dinding 1/2 bata (1pc:3ps)	86,34	m ²	IDR37.500	IDR3.240.240	
Pasangan dinding 1/2 bata (1pc:6ps)	2,36	m ²	IDR122.400	IDR288.864		Pasangan dinding 1/2 bata (1pc:6ps)	2,06	m ²	IDR122.400	IDR250.752	
Plesteran dinding 1/2 bata (1pc:6ps)	4,72	m ²	IDR40.500	IDR191.160		Plesteran dinding 1/2 bata (1pc:6ps)	4,08	m ²	IDR40.500	IDR165.240	
Total				IDR512.538.113		Total				IDR490.284.089	

Gambar 3 Perbandingan RAB kedua
Sumber : Penulis

C. Analisa Penggunaan Navisworks

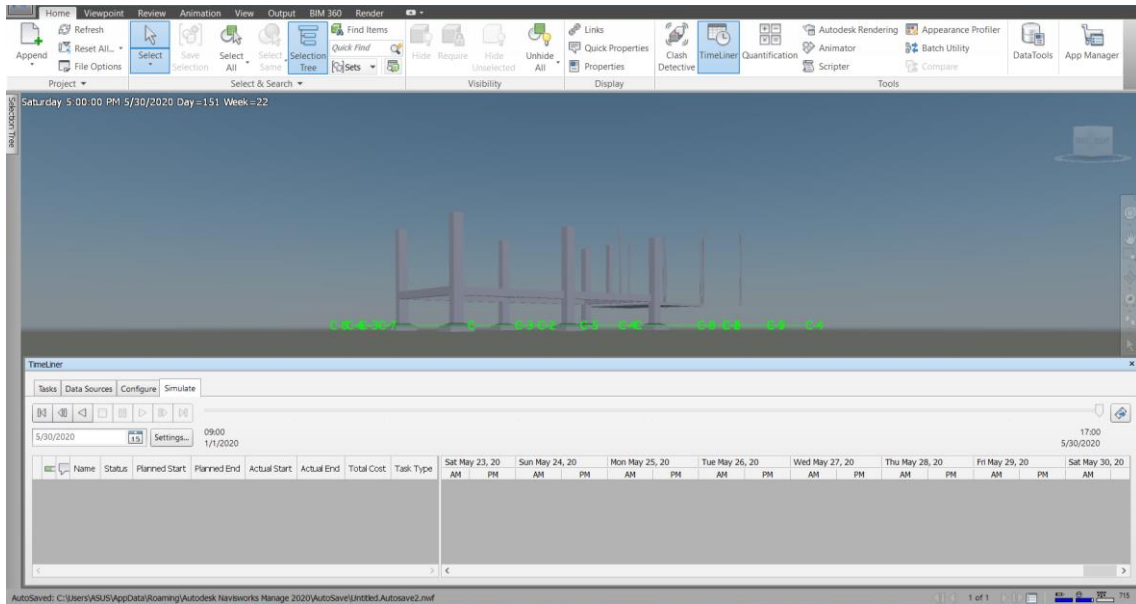


Dibutuhkan 10 kali percobaan kurva-S untuk mendapatkan hasil yang optimal pada pengerjaan di lapangan. Dengan menggunakan IPD, pembuatan jadwal konstruksi lebih mudah dan terukur. Apabila dibutuhkan pergantian jadwal akan lebih mudah menggunakan software Navisworks.

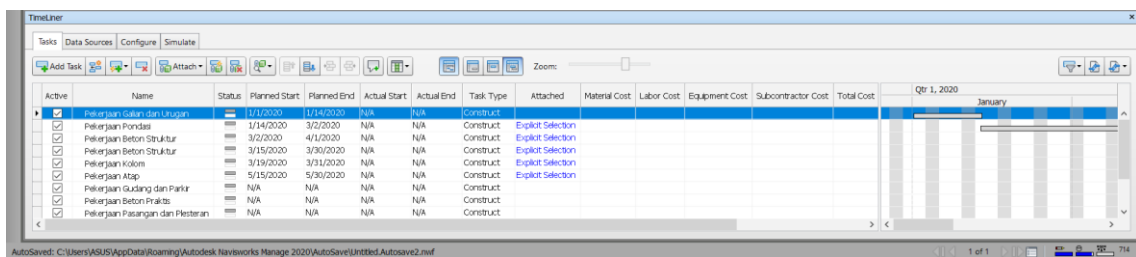


Hasil simulasi penjadwalan di lapangan akan langsung terlihat melalui software Navisworks. Sehingga tahap-tahap yang sedang dikerjakan dapat dilihat / disimulasikan sejak awal sebelum maupun sesaat konstruksi di lapangan. Apabila ditemukan hal-hal yang tidak sesuai di lapangan nantinya dapat langsung terdeteksi di awal.

Pengembangan Manajemen Proyek Terpadu



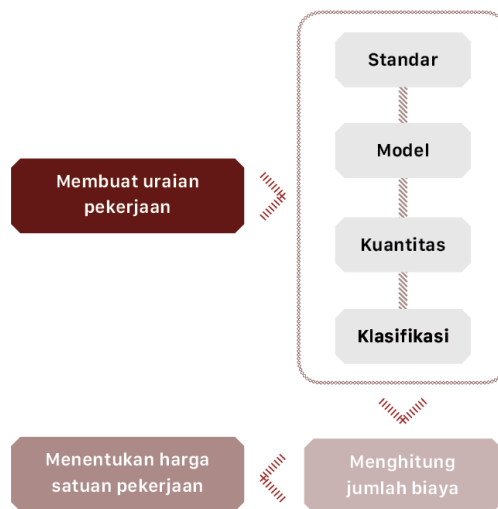
Semua proses pengerjaan akan terekam dengan jelas melalui software ini.



Dengan menggunakan IPD, distribusi biaya juga akan lebih terukur dan akurat.

D. Analisa Menghitung Volume Pekerjaan

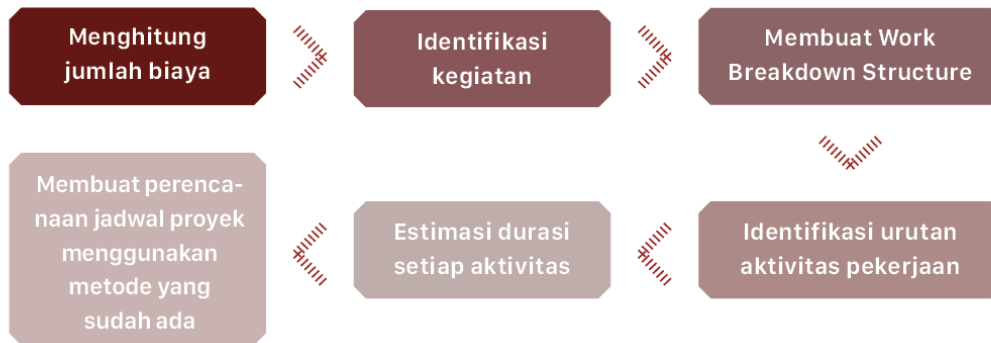
Ketika ada perubahan pada rancangan membutuhkan waktu untuk menghitung kembali volume pekerjaan, kemudian menentukan harga satuan pekerjaan, dan menghitung jumlah biaya. Setelah model informasi dibuat, parameter dan atribut (deskripsi, volume, luas, dll.) Dari masing-masing elemen otomatis dipindahkan ke lembar kerja. Selain itu, data yang dihasilkan diubah menjadi struktur sistem klasifikasi dan kemudian diimpor ke dalam program penilaian. Dimana sudah bisa membuat perkiraan biaya dalam struktur anggaran.



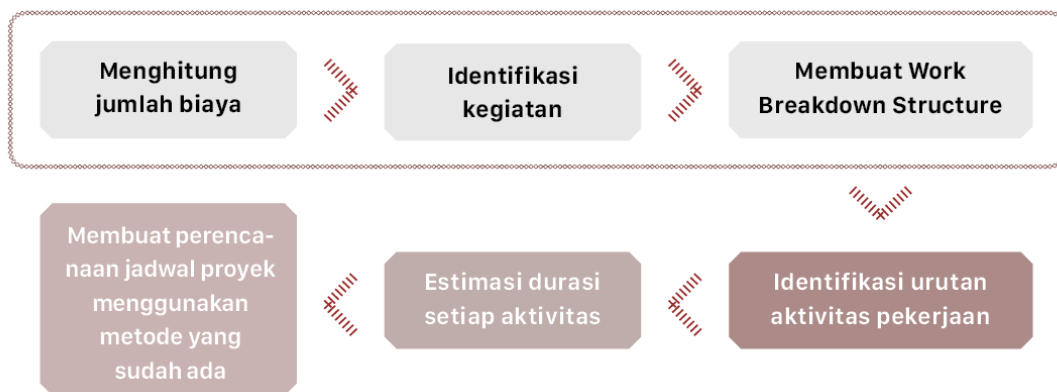
Gambar 4 Bagan Menghitung Volume Pekerjaan
Sumber : Penulis

Ketika ada perubahan pada rancangan tidak perlu menghitung volume pekerjaan, karena volume akan otomatis terupdate. 1 tahapan berkurang sehingga dapat mempercepat proses berikutnya.

E. Efisiensi Menghitung Waktu Pengerjaan



Gambar 5 Bagan estimasi menghitung waktu pengerjaan menggunakan non-IPD
Sumber : Penulis



Gambar 6 Bagan estimasi menghitung waktu pengerjaan menggunakan IPD
Sumber : Penulis

KESIMPULAN

1. Apabila clash yang terjadi ditemukan saat proses konstruksi maka akan menambah waktu pengerjaan sekitar kurang lebih 2-3 minggu yang berdampak pada pembengkakan biaya dari biaya bongkar, sewa alat, dan biaya tenaga kerja.
2. Biaya perhitungan menggunakan IPD sebelum identifikasi clash adalah sebesar Rp 558.295.459,- dan setelah clash dibenahi estimasi biaya adalah Rp 490.284.089,- sehingga akurasi estimasi biaya mencapai 4,45% dari perhitungan TPD yang semula Rp 512.538.113,
3. Memangkas waktu untuk merancang estimasi biaya
4. Menghemat pembuatan jadwal pengerjaan (Kurva-S) dari 10 kali menjadi 1 kali pengerjaan dengan informasi yang lebih lengkap.

DAFTAR PUSTAKA

Buku (monograf)

The American Institute of Architects. 2007. *"Integrated Project Delivery : A Guide"*. AIA National.
http://info.aia.org/siteobjects/files/ipd_guide_2007.pdf, diakses pada 30 Oktober 2020

Artikel Jurnal

Guangbin, Wan. dkk. 2011. *"Exploring the High-efficiency Clash Detection between Architecture and Structure"*. International Conference on Information Management and Engineering (ICIME 2011).
<http://ipcsit.com/vol52/085-ICIME2011-Contents.pdf>, diakses pada 1 November 2020

Pengembangan Manajemen Proyek Terpadu

- Hamdan. 2018. *"Industri 4.0 : pengaruh Revolusi Industri pada Kewirausahaan Demi Kemandirian Ekonomi"*. <file:///Users/mymac/Downloads/12142-Article%20Text-5939-1-10-20181021.pdf>, diakses pada 1 November 2020
- Huang, Joseph. dkk. 2017. *"Navisworks Hacks for Efficient Workflows"*. https://www.researchgate.net/publication/316239689_Improve_the_Productivity_of_Building_Construction_Project_using_Clash_detection_Application_in_Building_Information_Modeling, diakses pada 30 Oktober 2020
- Raut, P. RaSwapnesh, Valunekar, S.S. 2017. *"Improve the Productivity of Building Construction Project using Clash detection Application in Building Information Modeling"*. https://www.researchgate.net/publication/316239689_Improve_the_Productivity_of_Building_Construction_Project_using_Clash_detection_Application_in_Building_Information_Modeling, diakses pada 30 Oktober 2020
- The American Institute of Architects. 2007. *"Integrated Project Delivery: A Guide"*
- Raut, S. P. & Valunekar, S. S. 2017. *"Improve the Productivity of Building Construction Project using Clash detection Application in Building Information Modeling"* dalam *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, Volume: 04 Issue: 03
- Akponeware, A. O. & Adamu, Z. A. 2017. *"Clash Detection or Clash Avoidance? An Investigation into Coordination Problems in 3D BIM"*
- Guangbin, W., Wei, L & Xuru, D. 2011. *"Exploring the High-efficiency Clash Detection between Architecture and Structure"* dalam *International Conference on Information Management and Engineering (ICIME)*