

IMPLEMENTASI BUILDING INFORMATION MODELLING LEVEL 5D PADA PROYEK BANGUNAN AIR

Ismail Mahdi Soleh¹, Cahyo Dita Saputro²

^{1,2} Universitas Teknologi Yogyakarta

Email: cahyoditastmt@gmail.com

Abstrak

Fungsi dari Sabo Dam adalah untuk menahan/menangkap sedimen-sedimen yang terbawa oleh banjir lahar dingin. Banjir lahar dingin dari gunung Merapi melewati beberapa sungai disekitarnya, salah satunya yaitu sungai Krasak. Building Information Modeling (BIM) adalah proses digitalisasi yang terintegrasi untuk merencanakan, mendesain, membangun, dan mengelola suatu proyek bangunan. Dalam proyek Sabo Dam, perencanaan sangat penting mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan waktu. Waktu penelitian ini dilaksanakan pada bulan maret 2023, Adapun yang menjadi lokasi penelitian proyek Pembangunan Sabo Dam Sormindi Sungai Krasak Kab. Magelang. Pengolahan data meliputi kegiatan pengakumulasian, pengelompokan jenis data kemudian dilanjutkan dengan analisis. Pada tahapan ini dilakukan proses pengolahan dan analisis data dengan metode BIM 5D. Penggunaan BIM saat ini sangat bermanfaat pada semua kalangan pelaku konstruksi, hal ini dapat dibuktikan dengan mudah bahwa pemodelan dilakukan dengan cepat dan ringkas serta efisien. Contoh nya ketika melakukan pengecekan model yang dilakukan oleh dosen pada hasil kerja mahasiswa. Owner terhadap konsultan hingga kontraktor. Perhitungan yang dapat terhubung oleh model ini dapat menekan angka pencurian hingga korupsi BIM 5D dalam merencanakan pembangunan proyek karena metode ini dapat menghasilkan kebutuhan volume, kebutuhan banyaknya tulangan dan material lainnya dan juga dapat memvisualisasikan penjadwalan proyek sehingga apabila terjadi miskomunikasi antar gambar ataupun volume yg di hasilkan akan mudah untuk mengetahuinya.

Kata Kunci : BIM 5D, hasil output, RAB, *time schedule*

1. PENDAHULUAN

Salah satu Sabo Dam yang dibangun yaitu Sabo Dam Sormindi sungai Krasak Kabupaten Magelang. Proses perencanaan struktur untuk pembangunan Sabo Dam telah selesai, namun diperlukan perencanaan terhadap waktu konstruksi dan biaya konstruksi agar proses pembangunan dapat terlaksana dengan baik. Maka diperlukan estimasi waktu dan biaya terhadap proyek pembangunan Sabo Dam Sormindi sungai Krasak Kabupaten Magelang.

Menurut Kementerian PUPR (2018) Building Information Modeling (BIM) adalah proses digitalisasi yang terintegrasi untuk merencanakan, mendesain, membangun, dan mengelola suatu proyek bangunan. BIM menggabungkan model tiga dimensi (3D) dengan data yang terkait, termasuk informasi geometris, spesifikasi material, jadwal pelaksanaan, serta perkiraan biaya. Penggunaan BIM membantu memfasilitasi kolaborasi dan koordinasi antara berbagai pihak yang terlibat dalam siklus hidup proyek bangunan.

Dalam proyek Sabo Dam, perencanaan dan manajemen yang efisien sangat penting untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan waktu. Dengan menggunakan BIM 5D, tim proyek dapat memperoleh pemahaman yang lebih baik tentang perencanaan konstruksi, jadwal tugas, dan aliran kerja. Informasi yang

terintegrasi tentang waktu dan biaya membantu dalam mengoptimalkan alokasi sumber daya, mempercepat proses konstruksi, dan menghindari kemungkinan tumpang tindih atau konflik yang dapat menghambat proyek.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Building Information Modeling (BIM)

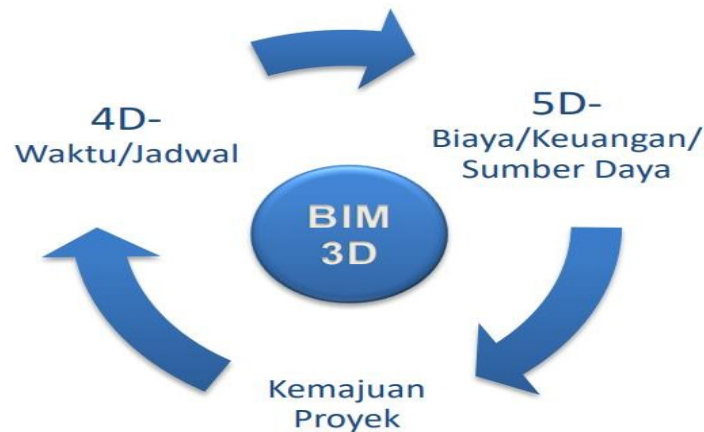
BIM merupakan salah satu perkembangan yang paling menjajikan dalam industri arsitektur, rekayasa dan konstruksi (AEC). Dengan teknologi BIM, model virtual yang akurat mengandung geometri yang tepat dan data relevan yang diperlukan untuk mendukung kegiatan konstruksi, fabrikasi, dan pengadaan yang diperlukan untuk mewujudkan bangunan. BIM juga mengakomodasi banyak fungsi yang diperlukan untuk memodelkan siklus bangunan, menyediakan dasar bagi kemampuan konstruksi baru dan mengubah peran dan hubungan diantara tim proyek. Ketika diimplementasikan dengan tepat, BIM memfasilitasi desain yang lebih terintegrasi rendah dan durasi proyek berkurang (Eastman dkk., 2008).

2.2. Ruang Lingkup Integras Model 4D dan 5D

Menurut Kementerian PUPR pada “Modul 5-Pemodelan 3D, 4D, 5D, 6D dan 7D serta

Simulasinya dan Level of Development (LOD) (2018) Model 4D, menambahkan dimensi keempat yaitu jadwal proyek dengan model 3D. Sebuah model 4D BIM menghubungkan elemen 3D dengan *timeline* pengiriman proyek untuk memberikan sebuah simulasi virtual dari proyek di lingkungan 4D. Model 5D, menghubungkan data biaya dengan daftar kuantitas yang dihasilkan dari model 3D, sehingga memberikan

estimasi biaya yang lebih akurat. Model 4D dihasilkan dengan kemampuan memvisualisasikan urutan konstruksi, yaitu integrasi fase proyek konstruksi proyek dan urutan ke model 3D. Dapat mengandung berbagai tingkat rincian untuk digunakan dalam berbagai fase konstruksi oleh pemilik, subkontraktor, dan lainnya.



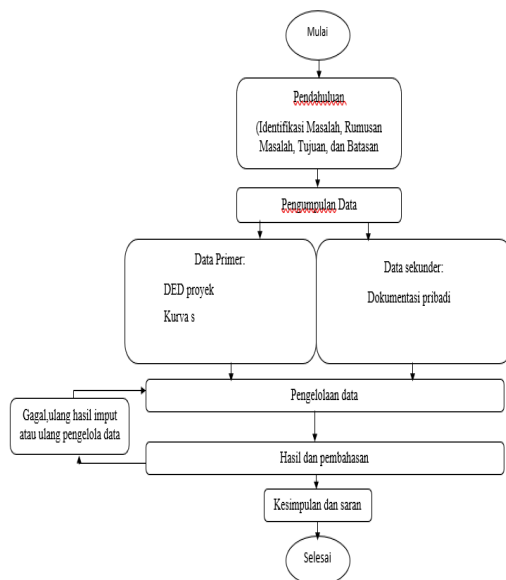
Gambar 1. Ruang Lingkup Model 4D dan 5D
(Sumber: Modul Pemodelan 3D, 4D, 5D, 6D dan 7D serta Simulasinya, Kementrian PUPR, 2018)

3. METODOLOGI PENELITIAN

Instrumen penelitian yang digunakan antara lain wawancara, observasi dan juga dokumentasi.

Data yang diambil pada Proyek Pembangunan Sabo Dam Sormindi ada 2 jenis yaitu data primer dan sekunder:

- Data primer pada penelitian didapat dari hasil Dokumentasi pribadi.
- Data sekunder yang didapat pada penelitian bersumber dari DED dan kurva s.

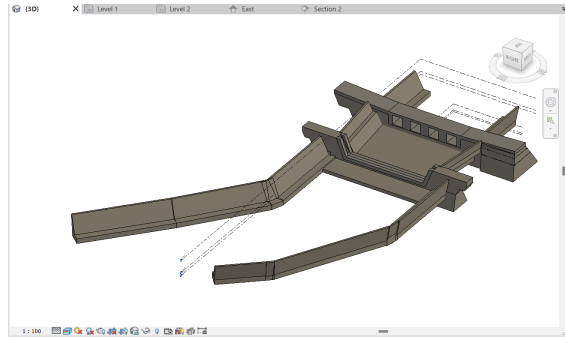


Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Building Information Modeling 3D

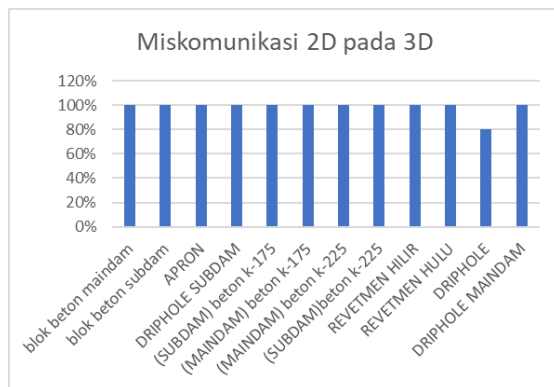
Pemodelan building information modeling 3D merupakan perkembangan dari model 2D yang semulanya berbentuk geometrik hingga berbentuk parametrik visual. Parametrik data yang dimodelkan serta dianalisis pada masalah spasial dalam bentuk kompleks. Manfaat dominan dari peningkatan model 2D ke 3D terletak pada visualisasi serta komunikasi dalam pemodelan hingga komunikasi antar gambar. Pemodelan 3D memiliki manfaat lain yakni mencegah terjadinya kesalahan dalam penggambaran sehingga kecil kemungkinan terjadi rework atau pekerjaan yang berulang-ulang. BIM membuktikan adanya miskomunikasi antar gambar kerja 2D melalui pemodelan 3D yang telah dilakukan. Miskomunikasi antar gambar kerja tersebut kecil kemungkinan dapat dideteksi apabila masih menggunakan metode konvensional (tanpa BIM), yang berakibat fatal apabila tidak ditinjau kembali dalam bentuk clash ataupun volume yang dijadikan output dalam sebuah konstruksi. Hasil pemodelan 3D dapat dilihat pada gambar di bawah.



Gambar 3. Hasil Pemodelan 3D

4.2. Miskomunikasi Gambar Kerja

Miskomunikasi yang terjadi pada pekerjaan struktur dan arsitektur serta multi disiplin pekerjaan lainnya berakibat fatal apabila tidak dilakukan peninjauan ulang terhadap gambar. Karena gambar kerja 2D tidak dapat memberikan gambaran secara visual terhadap apa yang akan terjadi apabila gambar tersebut mengalami miskomunikasi hingga berefek kesalahan penggambaran. Penggunaan Autodesk Revit dalam memodelkan 2D serta visualisasi 3D sangat membantu terhadap hal ini. Untuk mengetahui bagaimana hasil dari pemodelan 3D yang dapat mendeteksi terjadinya miskomunikasi dari gambar 2D pada salah satu kasus dan bagaimana perubahan yang harus dilakukan dapat dilihat pada diagram bawah.



Gambar 4. Miskomunikasi Gambar 2D pada 3D Autodesk Revit

Miskomunikasi yang terjadi pada pekerjaan seperti yang ditampilkan pada diagram di atas. Miskomunikasi pada pekerjaan struktur terjadi pada kesalahan penggambaran potongan, sehingga tidak ideal dan menabrak bangunan maindam. Kesalahan tersebut fatal karena perhitungan *driphole* serta elevasi dari bangunan menjadi bagian terpenting dalam sebuah struktur Sabo Dam untuk melintasi bagian bangunan. Hal ini dapat mempengaruhi hasil volume yang

akan dijadikan sebagai acuan dalam pembuatan penjadwalan dan rencana anggaran biaya. Autodesk Revit memiliki fitur otomatis dalam volume *driphole* hanya dengan *input* ketinggian dan lebar. Jika hal ini terjadi di lapangan tanpa adanya kesadaran dari *engineer* maka dapat dipastikan adanya pembengkakan biaya yang terjadi untuk melakukan pembongkaran terhadap pekerjaan tersebut

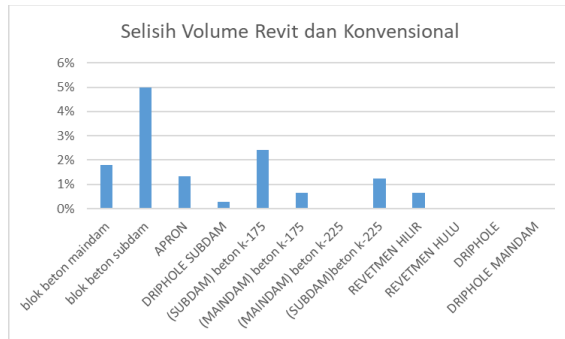
Dari berbagai kasus yang terjadi pada pekerjaan bahwa dapat dikatakan hal tersebut sangat berpengaruh terhadap perhitungan volume dan rencana anggaran biaya. Sehingga dapat dipastikan perhitungan volume pada beberapa pekerjaan tersebut memiliki perbedaan.

4.3. Perbandingan Volume Software dan Volume Konvensional

Quantification yakni merupakan dasar dari manajemen konstruksi, seperti perkiraan biaya dan perencanaan jadwal serta keakuratan dalam perhitungan. Proses yang dilakukan dalam menganalisis *quantity take off* ini diukur berdasarkan 3D model, BIM menawarkan perhitungan yang akurat menggunakan auto calculation-nya mengenai *quantity take off* terhadap model yang apabila hal ini dilakukan secara manual kesalahan sangat rawan terjadi. Hasil volume pemodelan (*quantity take off*) yang akan dijadikan sebuah perbandingan didasarkan dengan proses yang dilalui dari memodelkan sebuah gambar 2D menjadi 3D dalam bentuk konstruksi secara visual. BIM memudahkan dalam mengilustrasikan sebuah gambar dan dibantu dengan fitur yang mendukung percepatan dalam sebuah perhitungan volume serta efisien dalam melakukan *quantity take off* berbasis BIM. Berbanding terbalik dengan perhitungan yang dilakukan secara konvensional dengan memperhatikan satu persatu pada setiap elemen pekerjaan.

Perhitungan volume secara manual memungkinkan terjadinya kesalahan dalam perhitungan seperti terdapat beberapa elemen yang terhitung *double* ataupun tidak terhitung. Penggunaan *software* yang mendukung *open* BIM seperti Autodesk Revit dapat meminimalisir masalah yang terjadi seperti melakukan perhitungan dalam bentuk manual. Proses hasil akhir volume yang didapat dari sebuah Autodesk Revit mendapatkan *output* berdasarkan dengan apa yang terdapat pada sebuah model 3D yang telah di-*input*. Selisih hasil *output* volume dari masing-masing

pekerjaan yang digunakan menggunakan Autodesk Revit dengan konvensional dapat dilihat pada Gambar 5 dan Tabel 1.



Gambar 5. Selisih Volume software dan Konvensional

Tabel 1. Perbandingan Volume

Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume konvensional	Volume software	Selisi
Driphole Maindam	m ³	1428	1428	0
Driphole Subdam	m ³	262	261,26	0,74
Maindam Beton K-175	m ³	1450,5	1441,25	9,25
Subdam Beton K-175	m ³	822,88	802,88	0
Revetmen Hilir	m ³	1925,51	1937,81	12,3
		398,79	393,49	5,3
Apron	m ³	600,8	589,94	10,86
Blok beton Maindam	m ³	192,5	182,9	9,6
Blok beton Subdam	m ³	367,5	367,5	0
Revetmen Hulu	m ³	55	55	0
Driphole	m ³	425	425	0
Maindam beton k-225	m ³	106	104,68	1,32
Subdam beton k-225	m ³	24216,96	10434,66	13782,3
Besi Tulangan D16	m ³	1428	1428	0

Hasil perbandingan volume yang didapatkan, terjadi selisih per item material yang dibutuhkan karena terdapat miskomunikasi antara gambar 2D dan 3D yang menyebabkan adanya selisih pada setiap struktur. Umumnya perhitungan volume pada dokumen proyek lebih besar daripada perhitungan volume menggunakan *software* khususnya Autodesk Revit. Perbedaan ini didasarkan oleh perhitungan manual yang umumnya dihitung dari As ke As dan berdasarkan faktor lain sesuai dengan metode yang dilakukan oleh tenaga ahli. Sedangkan perhitungan yang dilakukan oleh Autodesk Revit dihitung dari tepi ke tepi sehingga tidak terdapat perhitungan bertumpuk yang terjadi antara elemen struktur satu dan elemen struktur lainnya, serta dengan adanya perhitungan yang dilakukan oleh Autodesk Revit

tersebut dapat mengurangi *waste* perhitungan. Selisih perbandingan yang signifikan kemungkinan terjadi disebabkan oleh beberapa faktor. Ditinjau dari segi konvensional kesalahan terjadi seperti terdapat beberapa elemen yang tidak terhitung atau terhitung secara lebih pada perhitungan manual. Sedangkan dari segi penggunaan Autodesk Revit kesalahan disebabkan oleh *human error* dalam melakukan *input* data 2D ke dalam sebuah model. Kesalahan lainnya yang kemungkinan terjadi pada Autodesk Revit yakni dalam satuan ataupun kurangnya informasi yang didapat dari hubungan gambar DED dan RAB dari sebuah dokumen proyek sehingga terdapat beberapa pekerjaan yang dianggap perlu ditambahkan ataupun dikurangi dalam pemodelannya dan berpengaruh terhadap hasil volume.

4.4. Implementasi Building Information Modeling 4D

Pemodelan *building information modeling* 4D dapat dikenal dengan pemodelan virtual bangunan dengan rencana konstruksi dan kemampuan mengontrol kemajuan dari waktu ke waktu. Penjadwalan pekerjaan dapat dilakukan dengan kesadaran yang lebih besar dari dinamika konstruktif yang terlibat. Pemodelan ini melakukan perbandingan antara status pekerjaan dengan perkiraan waktu penyelesaian setiap aktivitas tunggal serta elemen konstruktif dari pekerjaan, untuk menyelesaikan pekerjaan konstruksi. Hadirnya dimensi BIM ke empat (4D) ini didukung menggunakan *software* Autodesk Naviswork yang dengan adanya teknologi yang mendukung pada proses konstruksi visual sebelum diadakannya konstruksi fisik, yang tentunya hal ini dapat mengurangi kesalahan dalam pelaksanaan di lapangan dan memantapkan metode yang akan dilakukan, sesuai dengan konsep BIM.

Model yang digunakan pada pemodelan 4D ini menggunakan model 3D yang sama ketika melakukan pemodelan sebelumnya pada Autodesk Revit. Model tersebut diintegrasikan menggunakan fitur yang tersedia dari hubungan dua arah antara Autodesk Revit dan Autodesk Naviswork agar tidak terjadi miskomunikasi antar *software* dan koneksi *linking* komponen yang terjadi masih terhubung. Model yang dimaksud yakni pemodelan pekerjaan yang sebelumnya dilakukan secara berbeda file dan *template* dari Autodesk Revit dan digabungkan melalui tahapan BIM 4D.

4.5. Clash Detection

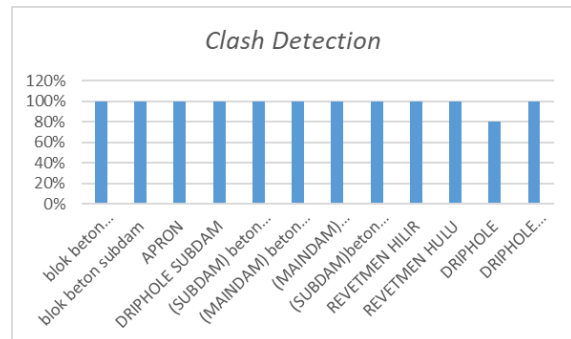
Model yang sebelumnya terpisah lalu digabungkan dalam satu aplikasi tentunya menemukan permasalahan yang baru terlebih model tersebut berasal dari 2 disiplin pekerjaan yang berbeda yakni. Masalah yang sering terjadi seperti adanya beberapa pekerjaan yang bertabrakan (*clash*). Masalah tersebut jika mengandalkan model 2D dan tanpa peninjauan terhadap dokumen perencanaan akan berdampak kepada realisasi konstruksi yang akan dibangun. Jika dilihat pada kasus yang sering terjadi di lapangan terdapat beberapa kemungkinan tindakan yang harus dilakukan, yakni dengan cara dibongkar atau ditambah perkuatan apabila yang terjadi *clash* adalah pekerjaan struktur, ataupun disiasati dengan menambah ornamen lain apabila yang terjadi *clash* adalah pekerjaan arsitektur. Hal ini dapat membuat pembengkakan biaya yang tidak terduga diluar perhitungan perencanaan. Kasus seperti inilah yang biasanya menjadi mangkrak dalam sebuah proyek. Contohnya saja ketika adanya permasalahan dalam sebuah proyek yang diakibatkan oleh pekerjaan yang *clash*.

Dilihat dari kasus di atas, dapat dipahami bahwa pentingnya visualisasi konstruksi sebelum dilakukannya konstruksi fisik. Agar kesalahan dalam pembangunan dapat diminimalisir dan mengurangi pembengkakan biaya pada proyek yang telah dimodelkan. Sehingga komunikasi antar perencana, pelaksana, hingga pengawas dapat diarahkan dengan menggunakan konsep *building information modeling* (BIM).

Langkah yang dilakukan dalam menganalisis sebuah *clash detection* dapat dilakukan dengan *review* model dan menggunakan *clash detective* yang disediakan oleh Autodesk Naviswork. Penggunaan fitur ini memberikan identitas dan alur komunikasi seperti siapa saja yang telah mengecek model dan memberikan *approved* dan *note*. Sehingga *modeler* / *BIM engineer* dapat mengetahui perintah dari sebuah model yang telah dilihat tanpa harus berkomunikasi yang panjang seperti pada umumnya ketika melakukan perencanaan model. Hasil yang didapatkan dari *clash* yang dideteksi dengan *review* model serta *clash report* dapat dilihat pada Gambar 6.

Kasus ini memiliki beberapa *clash detection* yang diuji dari masing-masing disiplin pekerjaan seperti *clash* antara pekerjaan struktur dan struktur. *Clash* yang terjadi pada pekerjaan struktur dan struktur terjadi pada pekerjaan

dilakukan di elevasi yang sama. Dokumen ini lalu dimodelkan dalam bentuk 3D, sehingga terjadilah *clash* antara *Driphole* dan bangunan maindam nya.



Gambar 6. Diagram Hasil *Clash Detection*

Hal ini tentunya sangat sulit untuk dideteksi apabila dilakukan hanya berdasarkan gambar 2D dan berakibat fatal jika hal ini tidak segera diatasi karena ditinjau dari waktu pelaksanaan pekerjaan tersebut tidak berjalan secara bersamaan. Jika terjadi di lapangan maka solusinya yakni dibongkar agar tidak menghalangi pekerjaan tersebut. Berbeda ketika menggunakan BIM yang dapat mendeteksi sebelum diadakannya konstruksi fisik.

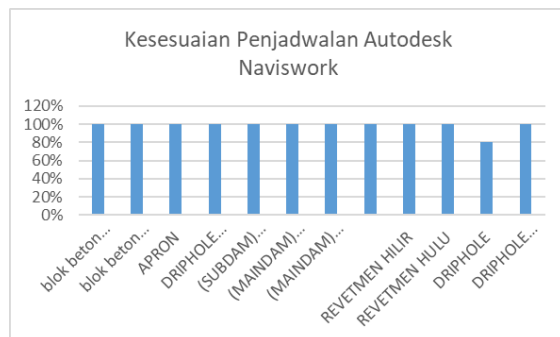
4.6. Scheduling (Penjadwalan Proyek) Dan Simulasi

Pemodelan penjadwalan yang menjadi inti dari sebuah sistem BIM 4D didukung menggunakan data *schedule* Ms. Project yang semulanya terdapat pada Kurva S Ms. Excel, hal ini dikarenakan data tersebut telah menjadi acuan rencana kerja bagaimana konstruksi tersebut di visualisasikan. Autodesk Naviswork dapat menampung data pendukung *schedule* seperti data Ms. Project 2007-2013. Hasil dari pemodelan penjadwalan yang menggunakan Ms. Project dengan acuan kurva S pekerjaan struktur yakni 34 minggu sesuai dengan alur pekerjaan yang telah dibuat pada kurva S.

Penjadwalan yang dilakukan pada Ms. Project dikoneksikan dengan mengintegrasikan data penjadwalan dengan model dari pekerjaan yang sebelumnya telah digabungkan agar menjadi sebuah *output* visualisasi konstruksi menggunakan fitur *timeliner*. Hasil dari simulasi dapat menjadi sebuah objek visual konstruksi terhadap perencanaan hingga metode yang digunakan dalam sebuah konstruksi. Sehingga seorang insinyur sipil dan arsitek dapat melihat proses yang terjadi hingga bobot

pekerjaan dan memungkinkan dapat menemukan beberapa permasalahan seperti perubahan *timeline* hingga metode pekerjaan yang telah direncanakan. Perubahan rencana kerja dan perubahan gambar pada proyek menggunakan BIM memiliki *workflow* yang terstruktur agar *linking* komponen struktur dan arsitektur pada Autodesk Naviswork yang masih terhubung.

Pekerjaan yang telah dihubungkan dengan penjadwalan menggunakan *timeliner* dan *selection tree* memiliki tingkat yang akurat terhadap hasil visual apabila terdapat beberapa pekerjaan yang diinginkan untuk dicek dan direvisi, berdasarkan dengan data model yang telah diintegrasikan sebelumnya. Sehingga komponen tidak harus dicari dan dicek satu per satu, melainkan hanya dengan melihat jadwal yang terkoneksi pada *timeliner* saja. Hasil kesesuaian model dengandata penjadwalan yang didapatkan dari pemodelan simulasi pekerjaan BIM 4D dapat dilihat pada diagram di bawah ini.

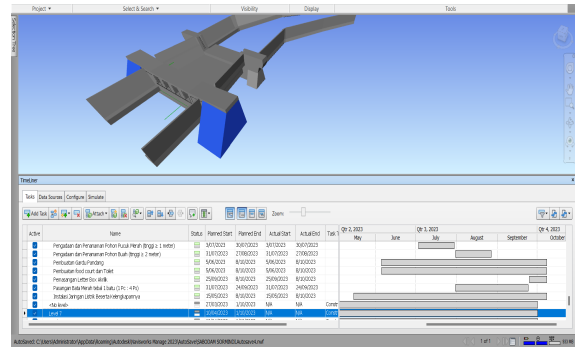


Gambar 7. Kesesuaian Penjadwalan Autodesk Naviswork

Hasil yang didapatkan dari simulasi ini bahwa adanya permasalahan yang terjadi pada pekerjaan struktur dengan kesesuaian 80% yaitu pada *driphole* maindam yang ketika dilihat bahwa pekerjaan tersebut dilaksanakan dengan tidak logis. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa pekerjaan *Driphole* di lakukan bersamaan dengan pekerjaan maindam, sementara pada pekerjaan maindam sedang dikerjakan sehingga tulangan *driphole* dapat dikatakan melayang pada simulasinya.

Keuntungan dari simulasi ini dapat mengontrol pekerjaan secara visual sebelum didakannya kostuksi fisik. Hal ini tentunya dipastikan kembali bahwa setiap pekerjaan telah dihubungkan dan tidak terdapat pekerjaan yang tertinggal. BIM membuktikan peranan pemodelan 4D sangat bermanfaat untuk kelangsungan *engineer* dalam menentukan

penjadwalan dari sebuah pekerjaan untuk menentukan metode seperti apa yang akan digunakan hingga kemajuan progres yang lebih terkontrol. Sangat kecil kemungkinan bahkan sebelum BIM hadir hal ini tidak pernah terjadi sebelumnya, dengan kata lain *engineer* hanya dapat membayangkan apa yang akan terjadi tanpa melihat konstruksi yang telah direncanakan akan terbangun seperti apa.



Gambar 8. Tampilan Simulasi 4D Autodesk Naviswork

4.7. Implementasi Building Information Modeling 5D

Pemodelan *building information modeling* dimensi ke 5 (5D) diartikan sebagai pemodelan *estimating* atau perhitungan terhadap suatu model 3D yang berupa lanjutan *output* dari volume dan integrasi antara visualisasi *scheduling* pekerjaan (4D). Pemodelan ini memungkinkan adanya pembuatan perkiraan anggaran biaya dan menghilangkan potensi kesalahan dalam jumlah harga. Model 5D terjadi karena adanya kombinasi dan komunikasi pada model 3D yang diintegrasikan pada model 4D dan telah divisualisasikan data kemajuan pekerjaan dari waktu ke waktu, sehingga informasi yang di-*input* berupa pelacakan biaya dan spesifikasi untuk mendukung kegiatan konstruksi agar lebih terkontrol pada basis model BIM. Basis yang digunakan untuk melakukan pemodelan 5D ini menggunakan 3D model yang sama digunakan untuk pemodelan 4D, hal ini dapat memangkas waktu dalam proses perencanaan.

Penggunaan data yang diperlukan dalam memodelkan 5D ini berbentuk spesifikasi hingga harga satuan di-*input* pada tabel komponen atau *properties* yang akan menjadi acuan informasi dalam perhitungannya atau *estimating*. Data tersebut akan terhitung dengan menggunakan Autodesk Revit pada fitur *schedule* atau *material take off* (jika terdapat beberapa material dalam

satu elemen). Langkah tersebut sangat ringkas dan sederhana dibandingkan dengan menggunakan metode konvensional dalam menghitung rencana anggaran biaya pada *software* yang umumnya ditemukan yakni Ms. Excel. Di sisi lain, Autodesk Revit memberi tahu pada tabel tersebut elemen apa saja yang telah di-*input* informasinya dan terhubung satu sama lain tanpa harus dicek satu per satu elemen seperti cara konvensional yang sering ditemui. Kesalahan yang terjadi dalam melakukan perhitungan biaya pada *building information modeling* kecil kemungkinan terjadi apabila dibandingkan dengan perhitungan secara manual. Kesalahan signifikan yang terjadi pada BIM umumnya dikarenakan *engineer* kurang teliti (*human error*) dalam memodelkan sehingga terjadi *warning* atau bertumpuknya elemen. Hal tersebut berpengaruh terhadap perhitungan karena model dan informasi *estimating* terhubung satu sama lain.

Analisis harga satuan yang digunakan pada penelitian ini menggunakan analisis yang sama dengan dilakukan secara konvensional, yakni AHSP Kabupaten Magelang tahun 2022. Penggunaan analisis ini terjadi perbedaan yang signifikan dari metode konvensional dan BIM, yakni apabila analisis ini di-*input* menggunakan BIM, *engineer* hanya mengisi tabel *properties* yang hasilnya akan berpengaruh (*auto calculation*) terhadap tipe yang sama pada sebuah model. Penggunaan analisis yang digunakan secara manual umumnya di-*input* ke tabel RAB. Namun harus dicek kembali apabila analisis tersebut cocok digunakan pada suatu pekerjaan struktur maupun arsitektur. Jika dilihat dari kasus perbandingan volume yang signifikan dan *clash* yang terjadi pada pemodelan 4D tentunya hal ini dapat menjadi *rework* ataupun mengulang pekerjaan serta dicek kembali terhadap gambar kerja apabila masih menggunakan metode konvensional. BIM dapat menjawab kasus tersebut hanya dengan melihat informasi pada elemen apa saja yang bermasalah serta analisis bagian mana saja yang harus diperbaiki (dimodelkan kembali). Waktu dalam melakukan pemodelan BIM 5D relatif lebih singkat dibanding menggunakan metode konvensional, hanya dengan hitungan jam sebuah estimasi rencana anggaran biaya sebuah konstruksi dapat terselesaikan tanpa harus khawatir terjadi kesalahan dalam input informasi apabila terdapat revisi.

Hasil yang didapatkan dari model *cost*

estimation menggunakan Autodesk Revit dapat di-*filter* dan disortir sesuai dengan kemauan, seperti mengurutkan komponen terhadap elevasi, tipe ataupun material yang diinginkan hasilnya. Revit juga dapat memberikan informasi terhadap masing-masing material apabila pada suatu komponen terdapat beberapa elemen penyusun yang digunakan pada suatu komponen. Informasi yang didapatkan sangat lengkap seperti luas, ketebalan, spesifikasi dll. Sehingga lebih leluasa dalam menemukan sebuah data dari komponen yang akan dijadikan *output* untuk membantu perencanaan. Hasil yang didapatkan dari *cost estimation* pada Autodesk Revit berdasarkan dengan hasil *quantity take off* yang sebelumnya telah dilakukan, serta meng-*input* harga satuan material hingga harga satuan per pekerjaan pada sebuah komponen.

Hasil dari pemodelan 5D yang telah dihitung secara otomatis oleh Autodesk Revit menggunakan fitur *auto calculation* melalui tahapan *input* spesifikasi, harga satuan hingga data yang diperlukan untuk mendukung pemodelan BIM 5D. Perhitungan dan *output* data yang dilakukan pada Revit disortir dengan jelas agar informasi yang diperlukan sesuai dengan diinginkan hingga direkap. Pemodelan perhitungan BIM 5D tersebut juga telah diintegrasikan dengan model 4D yang dilakukan sebelumnya menggunakan Autodesk Naviswork. Sehingga ketika terdapat perubahan terhadap model, tidak perlu khawatir akan hasil perhitungan yang sebelumnya karena hasil *quantity take off* hingga *cost estimation* secara otomatis juga berubah. Di sisi lain pemodelan penjadwalan akan mengikuti bagaimana model tersebut dilakukan proses integrasinya melalui fitur *switchback*. Maka dari itu BIM 5D bekerja sesuai dengan konsep dan fungsinya. Untuk hasil pemodelan 5D dapat dilihat pada. Berikut adalah hasil rekap dari *cost estimation* model BIM 5D.

Tabel 2. Rekapitulasi *Cost Estimator* Autodesk Revit

JENIS PEKERJAAN	JUMLAH HARGA
Blok Beton Maindam	Rp667.388.503
Blok Beton Subdam	Rp206.911.478
Apron	Rp445.148.154
Driphole Subdam	Rp147.779.368
(Subdam) Beton K-175	Rp908.283.692
(Maindam) Beton K-175	Rp1.630.460.183
(Maindam) Beton K-225	Rp501.573.950

JENIS PEKERJAAN	JUMLAH HARGA
(Subdam)Beton K-225	Rp123.540.614
Revetmen Hilir	Rp2.192.209.572
Revetmen Hulu	Rp415.746.135
Driphole	Rp15.555.128
Driphole Maindam	Rp807.735.348
Besi D16	Rp1.826.065.500
TOTAL	RP.9.888.397.625

Tabel 3. Rencana Anggaran Biaya Konvensional Pekerjaan Struktur

JENIS PEKERJAAN	JUMLAH HARGA
Blok Beton Maindam	Rp.679.674.226
Blok Beton Subdam	Rp.217.771.785
Apron	Rp.451.143.949
Driphole Subdam	Rp.296.395.884
(Subdam) Beton K-175	Rp.930.909.332
(Maindam) Beton K-175	Rp.1.640.924.541
(Maindam) Beton K-225	Rp.501.573.950
(Subdam)Beton K-225	Rp.125.098.444
Revetmen Hilir	Rp.2.178.294.804
Revetmen Hulu	Rp.415.746.135
Driphole	Rp.62.220.510
Driphole Maindam	Rp.1.615.470.696
Besi D16	Rp.4.237.968.000
Total	Rp.13.535.192.255

Dari hasil yang didapatkan pada pemodelan BIM 5D yang dibandingkan dengan RAB konvensional memiliki perbedaan yang cukup signifikan pada pekerjaan pembesian. Sehingga biaya yang didapatkan jauh berbeda.

Jadi menurut peneliti, setelah dilakukannya implementasi pemodelan BIM 3D, 4D, dan 5D terhadap studi kasus Sabo dam ini memiliki dampak yang cukup besar. Dikarenakan hal ini dapat menelusuri kesalahan penggambaran hingga perhitungan volume serta rencana anggaran biaya, yang disebabkan oleh kurang teliti hingga lupa. Implementasi ini juga dapat mengetahui simulasi serta tabrakan komponen terhadap suatu proyek tersebut yang apabila dilakukan dengan cara konvensional hal ini kemungkinan kecil dapat dilakukan. Perkembangan yang dilakukan pada model ini didapatkan model *cost estimation* yang biasanya dilakukan menggunakan *software* Ms. Excel, pada kasus ini langsung dilakukan pada Autodesk Revit dengan cepat dan ringkas serta terhubung terhadap pemodelan. Proses yang

dimodelkan cukup rumit dikarenakan literasi serta butuh waktu dalam memahami penggunaan *software* mengingat sebelum dilakukan pemodelan ini peneliti masih menggunakan metode konvensional. Hasil integrasi antara *software* pendukung BIM menjadikan sebuah pemodelan ini dapat terhubung satu sama lain, sehingga apabila terdapat sebuah revisi model yang sebelumnya telah dilakukan tidak perlu dimodelkan ulang dan khawatir akan volume yang dihasilkan, karena Autodesk Revit memiliki fitur *auto calculation*.

Penggunaan BIM saat ini sangat bermanfaat pada semua kalangan pelaku konstruksi, hal ini dapat dibuktikan dengan mudah bahwa pemodelan dilakukan dengan cepat dan ringkas serta efisien. Contoh nya ketika melakukan pengecekan model yang dilakukan oleh dosen pada hasil kerja mahasiswa. *Owner* terhadap konsultan hingga kontraktor. Perhitungan yang dapat terhubung oleh model ini dapat menekan angka pencurian hingga korupsi.

5. KESIMPULAN

Dari tujuan penelitian yang telah dibuat, dari hasil penelitian yang telah dilakukan menggunakan analisis dan perhitungan di dapat beberapa kesimpulan. Sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil dari output volume pada pemodelan BIM 3D menggunakan aplikasi Revit pada penelitian ini diperoleh volume beton 7.989,71 m³, dan untuk tulangan diperoleh 10.434,66 Kg pemodelan ini tidak sama dengan volume yang berasal dari DED atau volume total yang berada di kurva s yang berasal dari BBWA Serayu Opak dengan rincian volume yang ada.
- Berdasarkan pemodelan BIM 4D menggunakan aplikasi Naviswork terdapat *misscominication* pada gambar proyek Sabodam di bagian *driphole* maindam sebesar 20%, dengan terjadinya *misscomunication* tersebut mengakibatkan hambatan pada proses pelaksanaan pekerjaan proyek Sabodam Sormindi.
- Pemodelan BIM 5D diartikan sebagai pemodelan estimating atau perhitungan terhadap suatu model 3D yang berupa lanjutan output dari volume dan integrasi visualisasi *scheduling*. Setelah dilakukan analisis pemodelan 5D yang di hitung secara otomatis oleh autodesk Revit dan autodesk

- Naviswork di peroleh *cost estimation* Rp.9.888.397.625.
- d. Berdasarkan hasil pemodelan ulang pembangunan Sabo Dam Sormindi Sungai Krasak Kab. Magelang dengan menggunakan Metode BIM 5D menghasilkan perbandingan antara aplikasi Revit dan *Navisworks* dan konvensional. Perbandingan tersebut terdiri dari volume beton, tulangan dan RAB, bahwa menghasilkan volume beton dari aplikasi total 7989,71 m³ dan volume konvensional menghasilkan volume beton total 8034,48 m³, untuk tulangan menghasilkan berat dari aplikasi 10434,66 Kg dan berat tulangan konvensional menghasilkan 24216,96 Kg, sedangkan RAB aplikasi menghasilkan Rp.9.888.397.625 dan untuk RAB konvensional menghasilkan Rp.13.353.192.255.
- ## 6. DAFTAR PUSTAKA
- Andiyan. (2021). Penerapan Bim untuk Sistem Penjadwalan Proyek dengan Model 4D dan Estimasi Biaya Model 5D. *Jurnal Arsitektur Archicentre*, 3(1), 11-21.
- Ariestadi, D. (2008). Teknik Struktur Bangunan (Vol. 2). Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Asroni, A. (2010). Balok dan Pelat Beton Bertulang. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241-252.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook : A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.
- Henry, G., Supani, & Adi, T. J. (2020). Perencanaan Penjadwalan dengan Aplikasi BIM Menggunakan Analisa Probabilistik (Studi Kasus Proyek Jembatan Bedadung). *Jurnal Teknik ITS*, 9(1), 87-91.
- Nasional, B. S. (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Jakarta.
- Ong, J., & Pheng, L. S. (2021). Waste Reduction in Precast Construction: Using Lean and Shared Mental Models (Management in the Built Environment). Springer.
- PUPR, B., & Indonesia, I. B. (2018, Mei). Panduan : Adopsi BIM dalam Organisasi. Jakarta Selatan: Pusat Litbang Kebijakan dan Penerapan Teknologi.
- Rachmawati, S. (2022). Implementasi Konsep BIM 4D Dalam Perencanaan Time Schedule Dengan Analisis Resource Levelling. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia.
- Ramdani, I., Paikun, Rozandi, A., Budiman, D., & Vladimirovna, K. E. (2022). Implementasi Building Information Modeling (BIM) Pada Proyek Perumahan. *Jurnal TESLINK : Teknik Sipil dan Lingkungan*, 4(1), 1-15.
- Reista, I. A., Annisa, & Ilham. (2022). Implementasi Building Information Modelling (BIM) dalam Estimasi Volume Pekerjaan Struktural dan Arsitektural. *Journal of Sustainable Construction*, 2(1), 13-22.
- Soeharto, I. (1999). Manajemen Proyek: Dari Konseptual sampai Operasional. Erlangga.
- Solicha, A. A., Lydianingtias, D., & Wahiddin. (2021). Aplikasi BIM pada Pembangunan Proyek Jembatan Umbul Kaji Kabupaten Malang. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 2(3).
- Tamara, D., Ogan, S., Santiko, J., & Yaturrahmah, Y. (2021). The Implementation of Building Information Modeling Technology on Building Construction. *EPH - International Journal of Applied Science (AS)*, 9(1), 1-14.
- Umum, K. P. (2014). Pemutakhiran Buku Seri Teknologi SABO Tahun 2012 : Implementasi SABO. Jakarta.
- Umum, K. P. (2018). Pemodelan 3D, 4D, 5D, 6D, dan 7D serta Simulasinya dan Level of Development (LOD). Bandung: Kementerian Pekerjaan Umum.
- Widiasanti, I., & Lenggogeni. (2013). Manajemen Konstruksi. Bandung: Remaja Rosdakarya.