



Analisis Percepatan Pembangunan Gedung Asrama Mahasiswa Nusantara Manado dengan Penerapan Building Information Modelling (BIM)

Fardi Kalumata

Politeknik Negeri Manado

Mercy Hosang

Politeknik Negeri Manado

Alamat: Jl. Raya Politeknik, Buha, Kec. Mapanget, Kota Manado, Sulawesi Utara

Korespondensi Penulis: ardhykalumata23@gmail.com

Abstract. *The construction of the Manado Student Dormitory (AMN) is one of the President's priorities, the construction of which is based on PP No. 106 of 2021. The aim of building the AMN is so that students from various regions studying in North Sulawesi can interact with each other and get to know and respect each other's cultures. After the pre-construction meeting (PCM) was carried out, the service user instructed that acceleration be made by shortening the implementation time. To implement these instructions, PT. Widya Satria implemented the BIM (building information modelling) system to accelerate the work, by modelling the construction phase starting from BIM 3D (modelling), BIM 4D (scheduling), and BIM 5D (quantity take off). Accelerating work is carried out by applying the fast track method so that any work that has a long critical path time can be shortened by overlapping work between one stage and another that can be done together. The implementation results simulate that the work can be completed faster than the contract time with a workforce requirement of 296 people, 1 (one) tower crane unit, and 1 (one) mobile crane work unit, even after implementing BIM in the construction of AMN Manado, all stakeholders It is easy for the holder to coordinate and control work progress.*

Keywords: *Building information modelling, modelling, scheduling, quantity take off, fast track*

PENDAHULUAN

Proyek pembangunan Gedung Asrama Mahasiswa Nusantara (AMN) Manado dimulai pada tanggal 27 Desember 2023 dengan jangka waktu pelaksanaan menurut kontrak adalah 247 hari kalender. Gedung ini terletak di Desa Kalasey Dua, Kecamatan Mandolang, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. Setelah dilakukan *Pre Construction Meeting* (PCM) maka dari pihak pengguna jasa menginstruksikan agar dilaksanakan percepatan dengan mempersingkat waktu pelaksanaan. Untuk mengimplementasikan maksud tersebut maka pihak penyedia jasa PT. Widya Satria menyarankan untuk menerapkan sistem BIM (*Building Information Modelling*) dalam

pelaksanaan percepatan pekerjaan dengan melakukan *Modelling Phase* (MP) konstruksi mulai dari BIM 3D (*modelling*), BIM 4D (*scheduling*), dan BIM 5D (*quantity take off*).

Tujuan penelitian ini adalah menganalisis penerapan BIM dalam menghitung kebutuhan sumber daya yang diperlukan saat percepatan pelaksanaan pekerjaan. Percepatan pekerjaan dilakukan dengan menerapkan metode *fast track* sehingga setiap pekerjaan yang memiliki waktu lintasan kritis yang panjang bisa dipersingkat dengan melakukan *overlapping* pekerjaan antara pekerjaan yang satu dengan lainnya yang dapat dikerjakan bersama-sama. Simulasi dan pemodelan dengan penerapan BIM berupa pekerjaan berurut mulai dari pekerjaan struktur, arsitektur dan mechanical, electrical, plumbing (MEP). Hasil penerapan ini akan lebih mudah mendeteksi bentrokan (*clash detection*) antara elemen-elemen struktur, menghasilkan perhitungan volume pekerjaan yang lebih akurat dan juga dapat menampilkan ketergantungan satu pekerjaan dengan pekerjaan lainnya. Sehingga diharapkan dengan menerapkan sistem kerja menggunakan BIM ini maka waktu kosong (*slack time*) akibat pekerjaan yang berulang dan tidak terkordinasi dengan baik bisa dihindari dan pekerjaan yang dilakukan percepatan dapat lebih optimal.

Tinjauan Pustaka Dalam industri konstruksi, teknologi terus berkembang dengan pesat. Salah satu inovasi terkini yang mendapatkan perhatian besar adalah *Building Information Modeling* (BIM). BIM adalah pendekatan terintegrasi untuk perencanaan, desain, konstruksi, dan pengelolaan bangunan yang memanfaatkan model 3D yang kaya akan informasi. *Building Information Modelling* (BIM) adalah proses menggunakan model digital terpadu untuk memvisualisasikan dan mengelola informasi yang berkaitan dengan desain, konstruksi, dan pengelolaan suatu bangunan. Model BIM mencakup aspek-aspek seperti geometri bangunan, data spasial, informasi komponen, waktu, dan biaya. Dengan menggunakan BIM, para profesional konstruksi dapat bekerja secara kolaboratif, mengintegrasikan data dari berbagai sumber, dan menganalisis dampak keputusan desain sebelum memulai konstruksi fisik.

Desain dan Perencanaan yang Lebih Efisien

Penggunaan BIM dalam fase desain dan perencanaan dapat memberikan manfaat yang signifikan. Dalam lingkungan 3D yang terintegrasi, para arsitek dan insinyur dapat membuat model yang akurat dan terperinci dari bangunan yang akan dibangun. Ini memungkinkan mereka untuk mengidentifikasi masalah potensial sebelum konstruksi fisik dimulai, seperti tabrakan antar elemen struktural atau ketidakcocokan dalam sistem mekanikal, elektrik, dan *plumbing* (MEP). Dengan menggunakan BIM, masalah ini

dapat diatasi lebih awal, mengurangi risiko perubahan desain yang mahal dan mempercepat waktu konstruksi.

Koordinasi yang Meningkat antara Tim Proyek

BIM juga memungkinkan kolaborasi yang lebih baik antara berbagai pemangku kepentingan dalam suatu proyek konstruksi. Model BIM dapat diakses dan diperbarui oleh semua anggota tim, termasuk arsitek, insinyur, kontraktor, dan pemilik proyek. Hal ini memfasilitasi komunikasi yang lebih baik dan memungkinkan semua pihak untuk melihat perubahan dan pembaruan dalam waktu nyata. Dengan koordinasi yang ditingkatkan, risiko kesalahan dapat dikurangi, dan keputusan yang lebih baik dapat diambil untuk meningkatkan efisiensi proyek secara keseluruhan.

Manfaat Teknologi BIM dalam Proses Konstruksi

Mengurangi Risiko dan Meningkatkan Keamanan

Dengan menggunakan BIM, risiko konstruksi dapat dikurangi secara signifikan. Model BIM memungkinkan para profesional konstruksi untuk menganalisis potensi bahaya dan konflik desain sebelum konstruksi dimulai. Dengan mengidentifikasi masalah tersebut lebih awal, tindakan pencegahan dapat diambil untuk mengurangi risiko kecelakaan dan kerusakan. Selain itu, BIM juga dapat digunakan untuk mengintegrasikan informasi tentang sistem keamanan, seperti pemadam kebakaran dan sistem evakuasi, sehingga memastikan bahwa bangunan dirancang dengan standar keamanan yang tinggi.

Peningkatan Efisiensi Konstruksi

Penggunaan BIM dapat meningkatkan efisiensi konstruksi secara keseluruhan. Dengan memanfaatkan model digital yang terintegrasi, para kontraktor dapat merencanakan urutan kerja dengan lebih baik, mengoptimalkan penggunaan sumber daya, dan mengurangi waktu yang terbuang akibat koordinasi yang buruk.

Peningkatan Pengelolaan Bangunan

Manfaat BIM tidak hanya berhenti pada tahap konstruksi, tetapi juga berlanjut ke tahap pengelolaan bangunan. Model BIM yang lengkap dan terperinci dapat digunakan oleh pemilik bangunan untuk mengelola dan memelihara fasilitas dengan lebih baik. Informasi tentang spesifikasi material, sistem MEP, dan komponen lainnya dapat dengan mudah diakses, memfasilitasi pemeliharaan rutin, inspeksi, dan perawatan yang efisien. Hal ini dapat mengurangi biaya pengoperasian dan pemeliharaan jangka panjang serta memperpanjang masa pakai bangunan.

METODE PENELITIAN

Subject dan Object Penelitian

Subject penelitian ini berfokus pada pekerjaan struktur, objek penelitian Adalah Gedung Asrama Mahasiswa Nusantara Manado. Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari document kontrak pekerjaan, pengumpulan data melalui tahapan diskusi dan juga presentasi rencana penelitian.

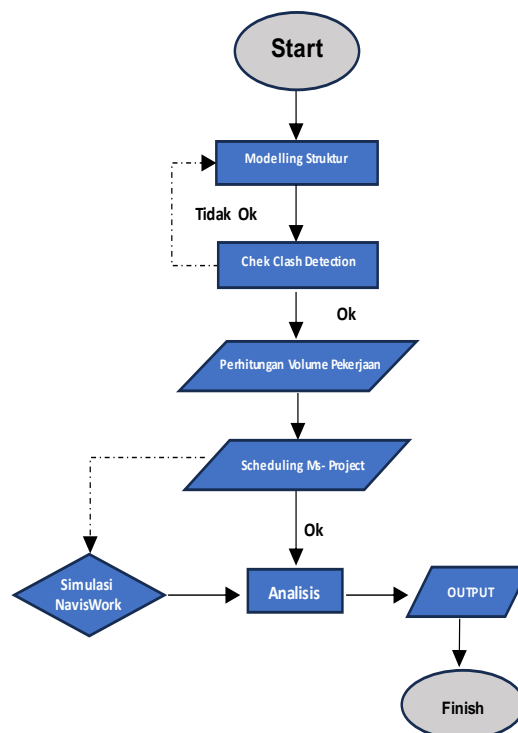
Parameter yang diukur

Parameter yang menjadi tolak ukur dalam penelitian ini adalah waktu / durasi kritis suatu pekerjaan yang bisa dipercepat yang di hitung dan disimulasikan dengan menggunakan software berbasis BIM Autodesk Revit, Naviswork manage, dan Ms-Project.

Metode Analisis

Metode analisis / alur penelitian yang digunakan dalam penelitian ini Adalah membuat model struktur berbasis builing information modeeling, selanjutnya dilakukan pengecekan *clash detection*. Jika model sudah sesuai dilanjutkan dengan melakukan perhitungan volume pekerjaan. Untuk selanjutnya bisa dilihat pada flowchart pada gambar 1.

Alur penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

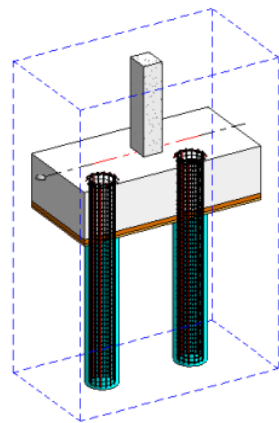


Gambar 1 Alur Penelitian

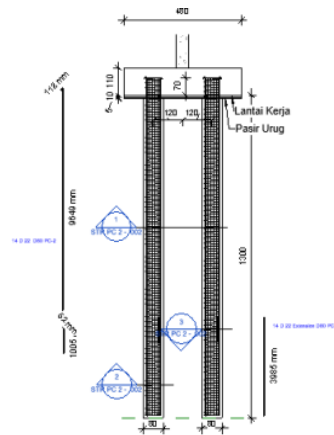
Setelah perhitungan volume pekerjaan selesai, dibuat scheduling dengan menggunakan software Ms-Project dan disimulasikan dengan menggunakan Naviswork manage. Dari hasil scheduling dan simulai ditentukan pekerjaan dengan lintasan kritis mana yang bisa dipercepat durasi pelaksanaannya. Setelah didapatkan item pekerjaan yang durasi kritis pekerjaannya bisa dipercepat, selanjutnya dilakukan analisis dan ditarik Kesimpulan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

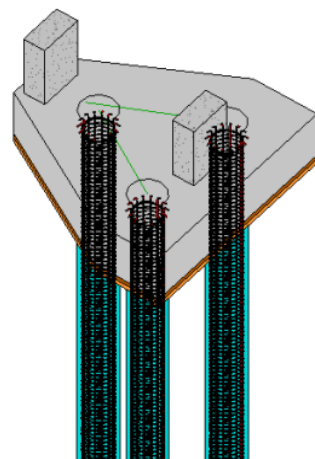
Setelah melakukan pemodelan elemen struktur pondasi dengan menggunakan *Autodesk Revit* (Gambar 1 Sampai 4), selanjutnya membuat rencana awal penjadwalan pekerjaan struktur dengan MS Project, kemudian melakukan estimasi volume pekerjaan, rekapitulasi kebutuhan tenaga kerja dan waktu pelaksanaan untuk setiap item pekerjaan (lihat Tabel 1)



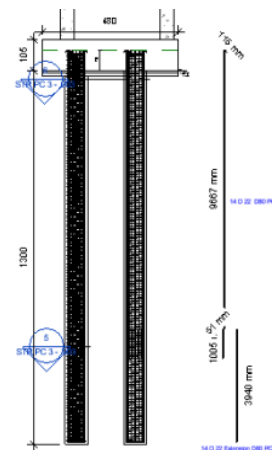
Gambar 1 3D Model Pondasi Bore Pile



Gambar 3 Pot. Pondasi Bore Pile

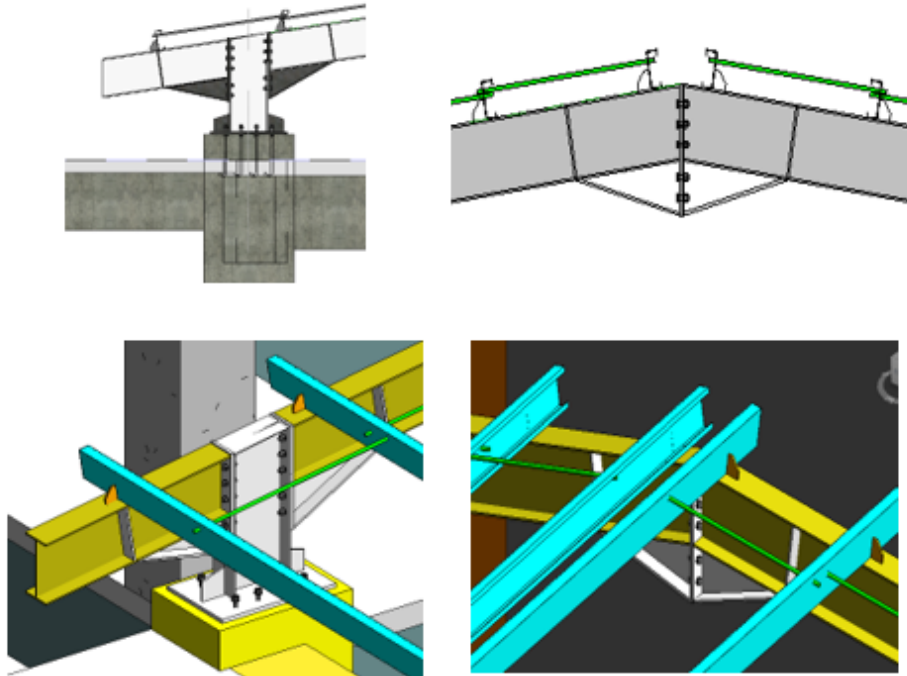


Gambar 2 Pondasi Bore Pile 3



Gambar 4 Pot Pondasi Bore Pile 2

Gambar 2 Modelling BIM Elemen Struktur Pondasi



Gambar 3 Pemodelan dengan Autodesk Revit

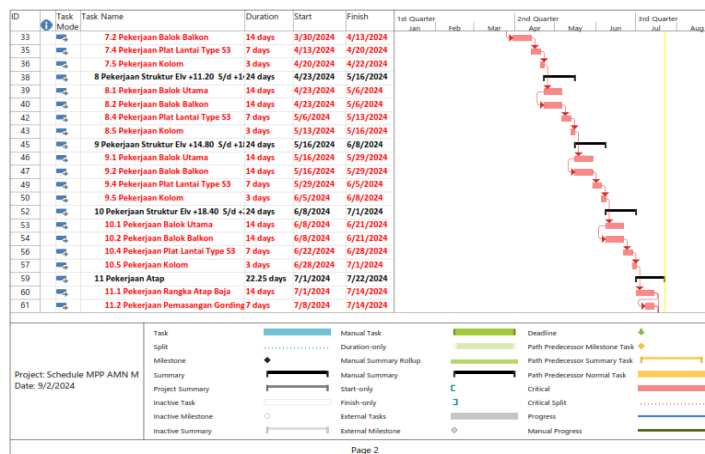
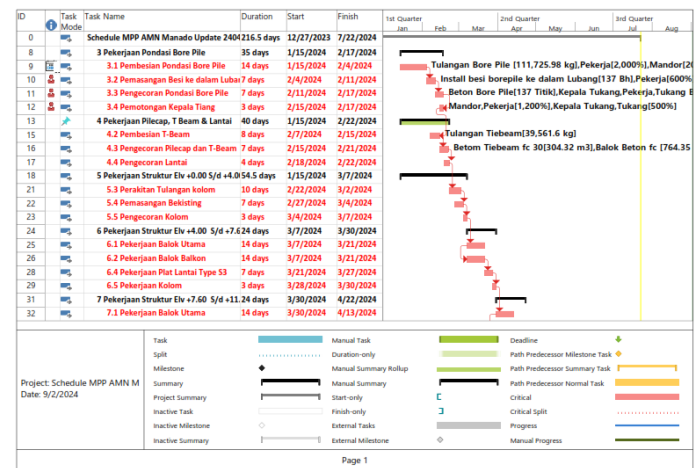
Tabel 1 Rekapitulasi Volume, Tenaga Kerja, dan Waktu Pelaksanaan

No	Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan	Estimasi Tenaga Kerja	Waktu (Hari)
1	1 Mobilisasi peralatan				7.0
	2 Mobilisasi Material				7.0
	3 Mobilisasi Personil				3.0
2	Pekerjaan Tanah				
	1 Pekerjaan Cut and Fill				7.0
3	Pekerjaan Pondasi Bore Pile				
	1 Pembesian Pondasi Bore Pile	64,332.73	Kg	12	38.0
	2 Pemasangan Besi kedalam Lubang	69	Titik		38.0
	3 Pengecoran Pondasi Bore Pile	69	Titik		38.0
	4 Pemotongan Kepala Tiang	69	Titik		38.0
4	Pekerjaan Pilecap, T-Beam dan Lantai Basement				
	1 Pekerjaan Urugan Pasir di bawah PileCap	39.62	m ³	5	3.0
	2 Pekerjaan Cor Lantai kerja di bawah Pilecap	19.81	m ³	10	3.0
	3 Pembesian Pilecap	43681.54	kg	12	26.0
	4 Pekerjaan Bekisting Pilecap	501.57	m ²	12	22.0
	5 Pekerjaan Urugan Pasir di bawah T-Beam	8.581	m ³	5	1.0
	6 Pekerjaan Cor Lantai kerja di bawah T-Beam	4.29	m ³	5	2.0
	7 Pembesian T- Beam	39626.66	kg	12	24.0
	8 Pekerjaan Bekisting T- Beam	426.79	m ²	10	12.0
	9 Pekerjaan Pengecoran Pilecap	429.82	m ³	10	18.0
	10 Pekerjaan Pengecoran T-Beam	60.071	m ³	6	5.0
	11 Pembesian Pelat Lantai Basement	14036.59	kg	8	13.0
12 Pengecoran Pelat Lantai Basement	639.37	m ³	10	26.0	
5	Pekerjaan Kolom Lantai Dasar				
	1 Pekerjaan Pembesian Kolom Lantai Dasar	31600.8108	kg	8	28.0
	2 Pekerjaan Bekisting Kolom Lantai Dasar	480	m ²	12	27.0
	3 Pekerjaan Pengecoran Kolom Lantai Dasar	73.63	m ³	10	3.0
6	Pekerjaan Struktur Lantai 1				
	1 Pekerjaan Bekisting Balok Lantai 1	1238.13	m ²	10	33.0
	2 Pekerjaan Bekisting Pelat Lantai 1	1151.524	m ²	20	39.0
	3 Pekerjaan Pembesian Balok 1	41104.2	kg	10	29.0
	4 Pekerjaan Pembesian Pelat Lantai 1	13780.38	kg	10	10.0
	5 Pekerjaan Pengecoran Balok dan Pelat Lantai 1	244.225	m ³	20	5.0
	6 Pekerjaan Pembesian Kolom Lantai 1	23,368.29	kg	10	17.0
	7 Pekerjaan Bekisting Kolom Lantai 1	332.64	m ²	12	19.0
	8 Pekerjaan Pengecoran Kolom Lantai 1	48.96	m ³	10	2.0
9 Pekerjaan Tangga Bekisting, Besi, Pengecoran				7.0	

Pada tabel 1 diatas ditampilkan volume pekerjaan, jumlah tenaga yang dibutuhkan, dan durasi yang perlukan untuk menyelesaikan pekerjaan tersebut. Dari data ini selanjutnya dibuatkan schedule pelaksanaan untuk mengetahui item pekerjaan yang memiliki waktu lintasan kritis yang Panjang, dan berpotensi untuk dilakukan percepatan. Lintasan kritis dapat ditentukan dengan bantuan MS-Project. Pada metode *fast track*, item pekerjaan yang dapat digeser/diubah hanya pada lintasan kritis. Tahapan yang dilakukan yaitu menampilkan lintasan kritis pada rencana penjadwalan yang sudah disusun. Selanjutnya, untuk membuat percepatan menggunakan metode fast track yang dilakukan dengan prosedur sebagai berikut:

Menentukan lintasan kritis

Lintasan kritis dapat ditentukan dengan bantuan MS-Project. Pada metode fast track, item pekerjaan yang dapat digeser/diubah hanya pada lintasan kritis. Tahapan yang dilakukan yaitu menampilkan lintasan kritis pada rencana penjadwalan yang sudah disusun (Gambar 4).

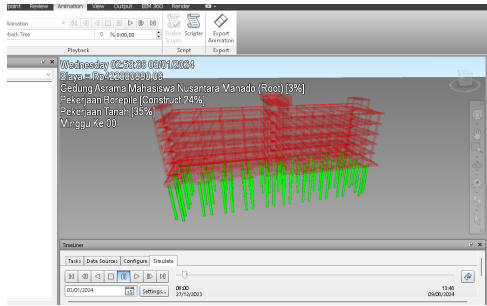


Gambar 4 Tampilan Lintasan Kritis pada pekerjaan AMN

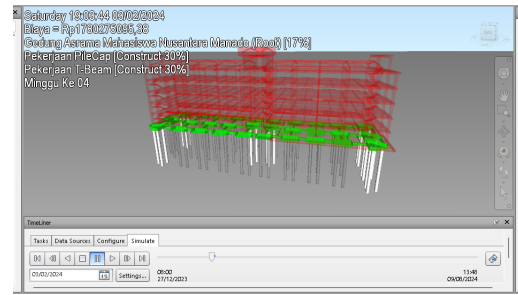
Tabel 2 Perbandingan durasi pekerjaan MS - Project vs Perhitungan manual

<i>Item Pekerjaan</i>	<i>Durasi MS -Project</i>	<i>Durasi Awal Perhitungan</i>	<i>Duration Fast Track</i>
<i>Pekerjaan Kolom Lantai Dasar</i>	<i>33 days</i>		<i>21 days</i>
<i>Pekerjaan Pembesian Kolom Lantai Dasar</i>	<i>28 days</i>	<i>28</i>	<i>16 days</i>
<i>Pekerjaan Bekisting Kolom Lantai Dasar</i>	<i>27 days</i>	<i>27</i>	<i>12 days</i>
<i>Pekerjaan Pengecoran Kolom Lantai Dasar</i>	<i>3 days</i>	<i>3</i>	<i>3 days</i>
<i>Pekerjaan Tangga Bekisting, Besi, Pengecoran</i>	<i>7 days</i>	<i>7</i>	<i>7 days</i>
<i>Pekerjaan Struktur Lantai 1</i>	<i>84 days</i>		<i>79 days</i>
<i>Pekerjaan Bekisting Balok Lantai 1</i>	<i>33 days</i>	<i>33</i>	<i>17 days</i>
<i>Pekerjaan Bekisting Pelat Lantai 1</i>	<i>39 days</i>	<i>39</i>	<i>39 days</i>
<i>Pekerjaan Pembesian Balok 1</i>	<i>29 days</i>	<i>29</i>	<i>16 days</i>
<i>Pekerjaan Pembesian Pelat Lantai 1</i>	<i>10 days</i>	<i>10</i>	<i>10 days</i>
<i>Pekerjaan Pengecoran Balok dan Pelat Lantai 1</i>	<i>5 days</i>	<i>5</i>	<i>5 days</i>
<i>Pekerjaan Pembesian Kolom Lantai 1</i>	<i>17 days</i>	<i>17</i>	<i>17 days</i>
<i>Pekerjaan Bekisting Kolom Lantai 1</i>	<i>19 days</i>	<i>19</i>	<i>19 days</i>
<i>Pekerjaan Pengecoran Kolom Lantai 1</i>	<i>2 days</i>	<i>2</i>	<i>2 days</i>
<i>Pekerjaan Tangga Bekisting, Besi, Pengecoran</i>	<i>7 days</i>	<i>7</i>	<i>7 days</i>
<i>Pekerjaan Struktur Lantai 2</i>	<i>46 days</i>		<i>60 days</i>
<i>Pekerjaan Bekisting Balok Lantai 2</i>	<i>33 days</i>	<i>33</i>	<i>20 days</i>
<i>Pekerjaan Bekisting Pelat Lantai 2</i>	<i>39 days</i>	<i>39</i>	<i>20 days</i>
<i>Pekerjaan Pembesian Balok 2</i>	<i>29 days</i>	<i>29</i>	<i>14 days</i>
<i>Pekerjaan Pembesian Pelat Lantai 2</i>	<i>10 days</i>	<i>10</i>	<i>10 days</i>
<i>Pekerjaan Pengecoran Balok dan Pelat Lantai 2</i>	<i>5 days</i>	<i>5</i>	<i>5 days</i>
<i>Pekerjaan Pembesian Kolom Lantai 2</i>	<i>17 days</i>	<i>17</i>	<i>17 days</i>
<i>Pekerjaan Bekisting Kolom Lantai 2</i>	<i>19 days</i>	<i>19</i>	<i>12 days</i>
<i>Pekerjaan Pengecoran Kolom Lantai 2</i>	<i>2 days</i>	<i>2</i>	<i>2 days</i>
<i>Pekerjaan Tangga Bekisting, Besi, Pengecoran</i>	<i>7 days</i>	<i>7</i>	<i>7 days</i>
<i>Pekerjaan Struktur Lantai 3</i>	<i>58 days</i>		<i>27 days</i>
<i>Pekerjaan Bekisting Balok Lantai 3</i>	<i>33 days</i>	<i>33</i>	<i>20 days</i>
<i>Pekerjaan Bekisting Pelat Lantai 3</i>	<i>39 days</i>	<i>39</i>	<i>17 days</i>
<i>Pekerjaan Pembesian Balok 3</i>	<i>29 days</i>	<i>29</i>	<i>10 days</i>
<i>Pekerjaan Pembesian Pelat Lantai 3</i>	<i>10 days</i>	<i>10</i>	<i>10 days</i>
<i>Pekerjaan Pengecoran Balok dan Pelat Lantai 3</i>	<i>5 days</i>	<i>5</i>	<i>5 days</i>
<i>Pekerjaan Pembesian Kolom Lantai 3</i>	<i>17 days</i>	<i>17</i>	<i>15 days</i>
<i>Pekerjaan Bekisting Kolom Lantai 3</i>	<i>19 days</i>	<i>19</i>	<i>12 days</i>
<i>Pekerjaan Pengecoran Kolom Lantai 3</i>	<i>2 days</i>	<i>2</i>	<i>2 days</i>

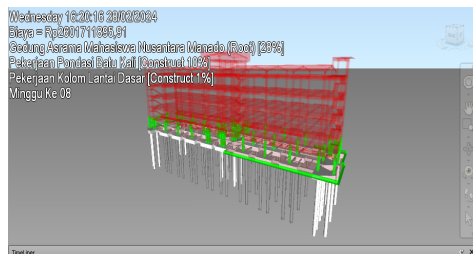
Pada tabel 2 diatas diuraikan durasi pekerjaan pada elemen struktur yang dapat dipercepat, sehingga dari durasi waktu yang awalnya 247 hari kalender, bisa menjadi 217 hari kalender, atau 30 hari lebih cepat dari jadwal rencana. Setelah selesai penyesuaian jadwal dan elemen struktur dengan menggunakan Time liner, maka selanjutnya adalah membuat animasi dengan menggunakan menu simulate untuk menjadwalkan pekerjaan sesuai dengan urutan pekerjaan yang sudah diatur sebelumnya pada Ms – Project (lihat Gambar 5 - 8).



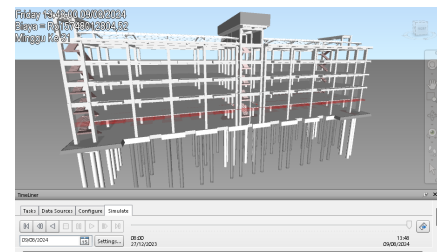
Gambar 5 Model simulasi minggu
– 01 progress 3 %



Gambar 6 Model simulasi minggu
ke - 4 progress 17 %



Gambar 7 Hasil simulasi minggu ke
– 8 progress 28 %



Gambar 8 Hasil simulasi minggu
ke 32 – progress 100 %

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa Implementasi BIM dengan menggunakan Autodesk Revit dan MS-Project pada proyek pembangunan gedung AMN menghasilkan jumlah kebutuhan sumber daya baik kebutuhan tenaga kerja dan material. Setelah dilakukan analisis dengan menggunakan BIM didapatkan kebutuhan tenaga kerja yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan dalam waktu 217 hari kalender sebanyak 296 orang.

Penerapan BIM dengan menggunakan Autodesk Revit dan Autodesk Naviswork bisa mendeteksi clash detection sehingga pemodelan dan penyiapan gambar kerja bisa berjalan bersama dan tidak akan berulang. Penerapan BIM dengan Autodesk Naviswork bisa mempermudah review item pekerjaan dan bisa dengan segera dibuat revisi jika terjadi perubahan, yang akan secara langsung mengubah volume pekerjaan dari masing-masing elemen struktur. Dengan menerapkan BIM ini baik engineer, arsitek dan semua yang berkepentingan didalam penyiapan gambar kerja maupun di dalam pelaksanaan pekerjaan bisa berkordinasi dan bekerja secara bersama dan secara langsung akan mengurangi pekerjaan yang berulang.

Implementasi BIM 4D dan 5D dimana visualisasi kemajuan pekerjaan proyek pembangunan AMN dalam bentuk virtual 3D dan digabungkan dengan schedule

pelaksanaan pekerjaan sangat membantu koordinasi. Pengguna jasa tidak perlu lagi memeriksa item dan bobot setiap item pekerjaan tetapi hanya dengan melihat visual dalam bentuk simulasi maka bisa dengan cepat mengetahui bobot pekerjaan yang sudah dicapai. Dari visual simulasi terlihat progress pekerjaan di setiap minggu terlihat didalam visual simulasi minggu pertama bobot pekerjaan masih 3 %, minggu ke 4 bobot pekerjaan mencapai 17 %, pada minggu ke 8 proses pekerjaan mencapai 28 % dan pada minggu ke 31 dan ke 32 bobot pekerjaan sudah mencapai 100 %. Dengan adanya simulasi ini sangat mempermudah koordinasi dikarenakan object atau elemen konstruksi tidak hanya dalam bentuk gambar 2 dimensi tetapi sudah dalam bentuk 3 dimensi, dan jika terjadi keterlambatan dari jadwal yang direncanakan bisa dilihat dengan jelas.

DAFTAR PUSATAKA

Anjas Fadhilah, Edy Purwanto, Achmad Basuki

APLIKASI BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) DALAM PERANCANGAN BANGUNAN GEDUNG , Jurnal Matriks Teknik Sipil DOI: <https://doi.org/10.20961/mateksi.v10i3.55999> ISSN: 2354-8630 E-ISSN:2723-4223 Vol 10, No 3 (2022): September e-Jurnal MATRIKS TEKNIK SIPIL/September 2022/264

Berlian C, Adhi R, Hidayat A. 2016 Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya, dan Sumber Daya Manusia Antara Metode *Building Information Modelling* (BIM) dan Konvensional (Study Kasus: Perencanaan Gedung 20 lantai) Jurnal Karya Teknik Sipil.

Devi Prameswari Ayu Kusuma, Sara Prihantina, Hermawan dan Budi Hasiholan, IMPLEMENTASI PENERAPAN BIM-BASED LCA PADA PEMBANGUNAN GEDUNG, konteks 16, Bali 27 -28 oktober 2022

Eastman, C., Teichloz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2008). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modelling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors (1st ed.), John Wiley & Sons, Inc.

Januar Pantiga, Anton Soekiman, KAJIAN IMPLEMENTASI BUILDING

Modul 5 pemodelan 3D, 4D, 5D, 6D, dan 7D, serta simulasi dan Level of Development (LoD) Kementerian PUPR 2018.

Nelson, Sekrsari J. 2019. Faktor yang mempengaruhi penerapan Building Information Modelling (BIM) Dalam Tahapan Pra Konstruksi Gedung Bertingkat, Jurnal Mitra Teknik Sipil.

Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 22 / PRT /M/2018 Tentang Bangunan Gedung Negara.

PUPR, T. B. (2018). Panduan Adopsi BIM dalam Organisasi, Pusat Litbang Kebijakan dan Penerapan Teknologi.

Rafli, Yuwono Bambang, Rayshnda R. 2018. Manfaat Penggunaan Building Information Modelling (BIM) pada Proyek Konstruksi sebagai Media Komunikasi Stakeholders, Jurnal Teknik Sipil.

Rina Marina Masri, Yanuarso Afdhauluddin Saputra dan Alya Sekar Hapsari, IMPLEMENTASI BIM PADA PEMBANGUNAN GEDUNG RUMAH SAKIT Iskandar Muda Purwaamijaya, konteks 16, Bali 27 -28 oktober 2022