

PENERAPAN BIM 4D UNTUK PENJADWALAN DAN IDENTIFIKASI KONFLIK URUTAN PEKERJAAN PADA RENCANA PELAKSANAAN PEMBANGUNAN GEDUNG RAWAT INAP RSUD NGUDI WALUYO

Eka Krisnanda¹, Anisah Nur Fajarwati², Fauzi Akbar Rahmawan³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang^{2,3}

ekakrisnanda87@gmail.com¹, anisah_nur_f@polinema.ac.id², fauziakbar@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Pembangunan Gedung Rawat Inap RSUD Ngudi Waluyo merupakan proyek strategis pemerintah daerah dengan kompleksitas tinggi pada disiplin struktur, arsitektur, dan MEP. Pada fase rencana pelaksanaan, penjadwalan masih disusun menggunakan bar chart dan kurva S konvensional tanpa integrasi terhadap model 3D, sehingga informasi durasi dan progres pekerjaan disajikan secara linier tanpa menggambarkan keterkaitan urutan pekerjaan terhadap posisi elemen bangunan secara spasial, sehingga potensi konflik urutan pekerjaan (*sequencing*) antar elemen maupun antar disiplin belum dapat diidentifikasi secara visual sejak tahap perencanaan. Penelitian ini menerapkan BIM 4D melalui integrasi jadwal Microsoft Project dengan model 3D pada Autodesk Navisworks Manage untuk menghasilkan simulasi visual urutan pelaksanaan konstruksi. Simulasi tersebut ditinjau secara berkala guna mengidentifikasi konflik urutan pekerjaan yang tidak terdeteksi pada metode penjadwalan konvensional. Hasil simulasi menunjukkan durasi pelaksanaan 239 hari kalender untuk lingkup pekerjaan yang termodelkan, serta berhasil mengidentifikasi dua konflik urutan pekerjaan, yaitu pekerjaan tangga struktur yang mendahului penyelesaian lantai di bawahnya, dan pekerjaan instalasi pipa MEP yang mendahului penyelesaian struktur terkait pada zona yang sama. Temuan ini menunjukkan bahwa BIM 4D dapat berperan sebagai alat deteksi dini kesalahan logika penjadwalan pada tahap perencanaan, sehingga berpotensi mengurangi risiko pekerjaan ulang di lapangan.

Kata kunci: BIM 4D; penjadwalan konstruksi; simulasi konstruksi; *sequencing clash*; Navisworks.

ABSTRACT

The construction of the Inpatient Building of Ngudi Waluyo Regional Hospital is a strategic local government project with high complexity across structural, architectural, and MEP disciplines. During the construction planning phase, scheduling was still prepared using conventional bar charts and S-curves without integration with a 3D model. Consequently, information regarding work durations and progress was presented linearly without illustrating the relationship between the sequence of activities and the spatial position of building elements, meaning that potential sequencing conflicts between elements and disciplines could not be visually identified at an early planning stage. This study applies BIM 4D by integrating the Microsoft Project schedule with a 3D model in Autodesk Navisworks Manage to produce a visual simulation of the construction sequence. The simulation was periodically reviewed to identify sequencing conflicts that were not detected through conventional scheduling methods. The simulation results indicate a construction duration of 239 calendar days for the modeled work scope and successfully identified two sequencing conflicts: structural stair construction preceding the completion of the floor below, and MEP pipe installation preceding the completion of the related structural work within the same zone. These findings demonstrate that BIM 4D can serve as an early detection tool for errors in scheduling logic during the planning stage, thereby potentially reducing the risk of rework in the field.

Keywords: 4D BIM; construction scheduling; construction simulation; *sequencing clash*; Navisworks.

1. PENDAHULUAN

Building Information Modeling (BIM) telah mendorong perubahan signifikan dalam metode perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi melalui integrasi data proyek dalam satu model digital, sehingga koordinasi antardisiplin meningkat, kesalahan desain berkurang, serta waktu dan biaya pelaksanaan dapat dioptimalkan [1], [2]. Pada praktik konvensional, penjadwalan proyek konstruksi umumnya masih disusun menggunakan *bar chart* dan kurva S yang hanya menyajikan informasi durasi dan progres pekerjaan secara linier, tanpa menggambarkan keterkaitan antara urutan pekerjaan dengan posisi elemen bangunan secara spasial [3]. Keterbatasan tersebut menyebabkan potensi kesalahan logika urutan pekerjaan (*sequencing*) sulit teridentifikasi sejak tahap perencanaan, dan baru diketahui setelah pelaksanaan berjalan di lapangan.

BIM 4D hadir sebagai pengembangan lanjutan yang mengintegrasikan model 3D dengan informasi jadwal pelaksanaan, sehingga memungkinkan simulasi visual urutan konstruksi terhadap waktu secara akurat [4]. Deteksi dini terhadap konflik semacam ini penting dilakukan, mengingat kesalahan urutan pekerjaan yang tidak terdeteksi sejak awal berpotensi menimbulkan pekerjaan ulang (*rework*), keterlambatan, serta pembengkakan biaya pelaksanaan di lapangan [5]. Di Indonesia, penerapan BIM diwajibkan pada bangunan gedung negara tidak sederhana dengan luas lebih dari 2.000 m² dan lebih dari dua lantai melalui Permen PUPR No. 22/PRT/M/2018 [6], meskipun tingkat penerapannya masih bervariasi di setiap fase proyek [7].

Pembangunan Gedung Rawat Inap RSUD Ngudi Waluyo merupakan proyek strategis pemerintah daerah dengan luas bangunan ±8.172,603 m² pada 8 lantai setinggi +33,550 m, yang melibatkan kompleksitas tinggi pada struktur tahan gempa, arsitektur dalam mengakomodasi jalur MEP, serta sistem MEP yang saling terintegrasi. Namun demikian, pada fase rencana pelaksanaan proyek ini penjadwalan masih disusun secara konvensional tanpa integrasi terhadap model 3D. Oleh karena itu, penelitian ini menerapkan BIM 4D melalui integrasi jadwal Microsoft Project dengan model 3D pada Autodesk Navisworks Manage, untuk menghasilkan simulasi visual urutan pelaksanaan konstruksi sekaligus mengidentifikasi konflik urutan pekerjaan (*sequencing*) yang berpotensi terjadi pada tahap rencana pelaksanaan proyek.

2. METODE

Penelitian ini dilakukan pada Proyek Pembangunan Gedung Rawat Inap RSUD Ngudi Waluyo yang berlokasi di Kecamatan Wlingi, Kabupaten Blitar, Jawa Timur, dengan luas bangunan ±8.172,603 m² pada 8 lantai setinggi +33,550 m, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Proyek

Data yang digunakan terdiri atas model 3D hasil pemodelan Autodesk Revit 2025, data harga satuan berdasarkan Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Konstruksi Nomor 73 Tahun 2023, serta metode pelaksanaan dan pembagian zona kerja proyek. Volume tiap item pekerjaan diperoleh melalui *quantity take-off* (QTO) otomatis dari model 3D menggunakan *add-in* CellBIM. Penentuan durasi tiap item pekerjaan dilakukan dengan terlebih dahulu menghitung nilai produktivitas pekerjaan menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Produktivitas} = \frac{1}{\text{Koefisien}} \quad (1)$$

Nilai produktivitas tersebut selanjutnya dikalikan dengan jumlah tenaga kerja yang direncanakan untuk memperoleh produktivitas tim, menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{\text{Produktivitas}} \quad (2)$$

Durasi hasil perhitungan tersebut selanjutnya disusun menjadi jadwal pelaksanaan pada Microsoft Project sesuai urutan metode pelaksanaan dan pembagian zona kerja, kemudian diintegrasikan dengan model 3D pada Autodesk Navisworks Manage melalui fitur TimeLiner untuk menghasilkan simulasi konstruksi empat dimensi (4D). Simulasi tersebut selanjutnya ditinjau secara berkala pada tiap titik minggu pelaksanaan untuk mengidentifikasi konflik urutan pekerjaan (*sequencing clash*).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan BIM 3D

Pemodelan BIM 3D dilakukan pada tiga disiplin pekerjaan menggunakan Autodesk Revit 2025 sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 2. Disiplin struktural mencakup pondasi tiang pancang, *pile cap*, kolom, balok, pelat, *shear wall*, *ramp*, dan tangga; disiplin arsitektural mencakup dinding, plafon, *finishing*, partisi, pintu, jendela, *curtain wall*, dan fasad; sedangkan disiplin MEP mencakup jaringan pipa air bersih, air kotor, air bekas, air panas, *cable tray*, dan *ducting*. Setiap elemen dilengkapi parameter level dan zona pekerjaan sehingga model dapat digunakan langsung sebagai

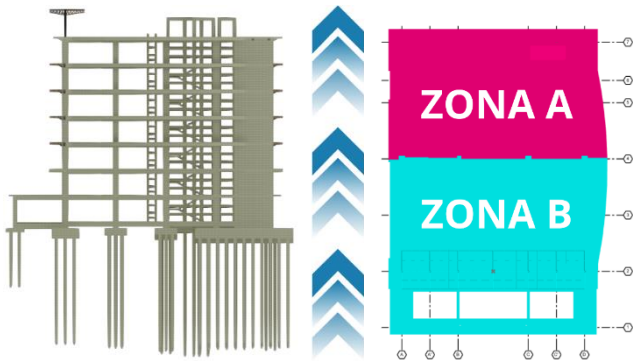
sumber *quantity take-off* (QTO) melalui add-in CellBIM tanpa pengukuran manual.



Gambar 2. Pemodelan BIM 3D pada Disiplin Struktur, Arsitektur dan MEP dengan Autodesk Revit

Metode Pelaksanaan dan Pembagian Zona Kerja

Pembangunan Gedung Rawat Inap RSUD Ngudi Waluyo menggunakan metode pelaksanaan *bottom-up*, yaitu konstruksi dimulai dari lantai paling bawah kemudian naik secara bertahap hingga lantai teratas. Pekerjaan struktur atas selanjutnya dibagi menjadi 2 zona kerja, yaitu Zona A dan Zona B, agar pekerjaan dapat dilaksanakan secara bergantian dan lebih terkontrol.



Gambar 3. Metode Pelaksanaan Bottom-Up dan Pembagian Zonasi Pekerjaan

Ekstaksi Quantity Take-Off

Volume pekerjaan pada tiap disiplin diekstrak secara otomatis dari model 3D menggunakan *add-in* CellBIM tanpa pengukuran manual, sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1 sampai Tabel 3 untuk disiplin struktur, arsitektur, dan MEP.

Tabel 1. QTO Struktur

Item Pekerjaan	Volume	Satuan
Pembesian	783900,12	kg
Bekisting	17295,58	m ²
Beton ready mix F'c 25 Mpa	3035,98	m ³
Beton ready mix F'c 28 Mpa	583,14	m ³
IWF 300 x 150 x 6.5 x 9 mm	2386,79	kg
Angkur baut m'6x190 mm	432,00	bh
Pipa black steel Ø267.4 mm	30,10	m'
Angkur baut L Ø 22 mm	28,00	bh
Lipped chanel 150 x 65 x 20 x 3.2 mm	846,54	kg
Besi siku 75 x 75 x 6 mm	2898,80	kg

Sumber: Hasil Analisis QTO dengan *software* CellBIM

Tabel 2. QTO Arsitektur

Item Pekerjaan	Volume	Satuan
Pasangan Dinding Bata Ringan	5765,18	m ²
Plesteran Dinding Bata Ringan	11530,37	m ²
Acian Dinding Bata Ringan	11530,37	m ²
Door Curtain Wall Double Glass P07b 900 x 2100mm	1,00	bh
P07	26,00	bh
P05 1500 x 2100	2,00	bh
P10 1000 x 2365mm	11,00	bh
P04 1500 x 2400	23,00	bh
P03 1500 x 2400	27,00	bh
PSH 600 x 1200	81,00	bh
P09 900 x 2365mm	37,00	bh
P08 2100 x 1000	8,00	bh
P06 1800 x 2100	1,00	bh
P02 1500 x 2100	5,00	bh
P01 1500 x 2100	5,00	bh
P11 1300 x 2400	1,00	bh
PSB 600 x 600	2,00	bh
P12 100 x 2400mm	4,00	bh
BV01 500x400	101,00	bh
J1 1100 x 1370	2,00	bh
Back Mullion	343,81	m'
Kaca Dark Blue	1677,76	m ²
Kaca Dark Bening	36,50	m ²
Kaca Tempered	86,23	m ²
Homogeneous Tile Polished 600 x 600mm	6222,51	m ²
Homogeneous Tile Unpolished 600 x 600mm	338,00	m ²
Lantai Epoxy Anti Bacteria	72,06	m ²
Screeding Waterproofing	1211,86	m ²
Plafon Gypsum 9mm + Rangka Metal Furring	4867,65	m ²
GRC 4mm + Rangka Metal Furring	328,73	m ²
Aluminium Composite Panel	1913,15	m ²

Sumber: Hasil Analisis QTO dengan *software* CellBIM

Tabel 3. QTO MEP

Item Pekerjaan	Volume	Satuan
Pipa PVC AW Air Bersih	882,79	m'
Pipa PVC AW Air Kotor	483,10	m'
Pipa PVC AW Air Bekas	790,07	m'
Pipa PPR PN 20 Air Panas	189,58	m'
Floor Drain	83,00	bh
Wastafel Dinding	74,00	bh
Kloset Duduk	48,00	bh
Water Treatement	1,00	bh
Kabel Tray	596,90	m'
Ladder Cable Tray	46,68	m'
Ducting	16,32	m'
Supply Air Diffuser	4,00	bh

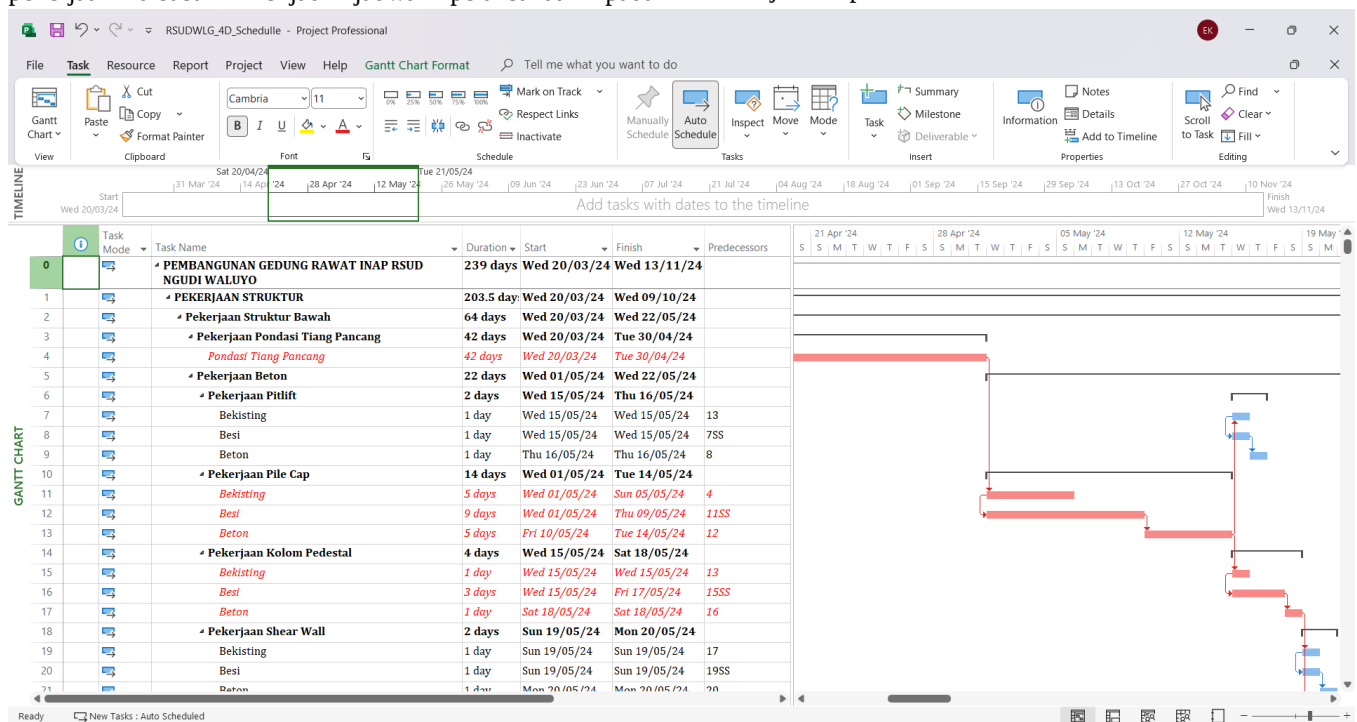
Item Pekerjaan	Volume	Satuan
Return Air Grill	5,00	bh

Sumber: Hasil Analisis QTO dengan *software* CellBIM

Perhitungan Durasi dan Penjadwalan

Volume tiap item pekerjaan pada Tabel 1 sampai Tabel 3 selanjutnya digunakan untuk menghitung durasi pelaksanaan berdasarkan Persamaan (1) dan (2), dengan koefisien tenaga kerja mengacu pada AHSP dan jumlah tenaga kerja sesuai rencana pelaksanaan. Hasil perhitungan durasi tiap item pekerjaan disusun menjadi jadwal pelaksanaan pada

Microsoft Project, dengan hubungan ketergantungan antar pekerjaan ditentukan berdasarkan urutan logis pelaksanaan di lapangan. Berdasarkan hubungan tersebut, Microsoft Project secara otomatis menghitung jalur kritis (*critical path*), yaitu rangkaian pekerjaan dengan total *float* nol yang menentukan durasi keseluruhan proyek, sehingga keterlambatan pada pekerjaan di jalur tersebut berdampak langsung pada mundurnya jadwal penyelesaian proyek. Identifikasi jalur kritis ini menjadi acuan prioritas pengendalian pekerjaan pada tahap pelaksanaan. Hasil penyusunan jadwal ditunjukkan pada Gambar 4.

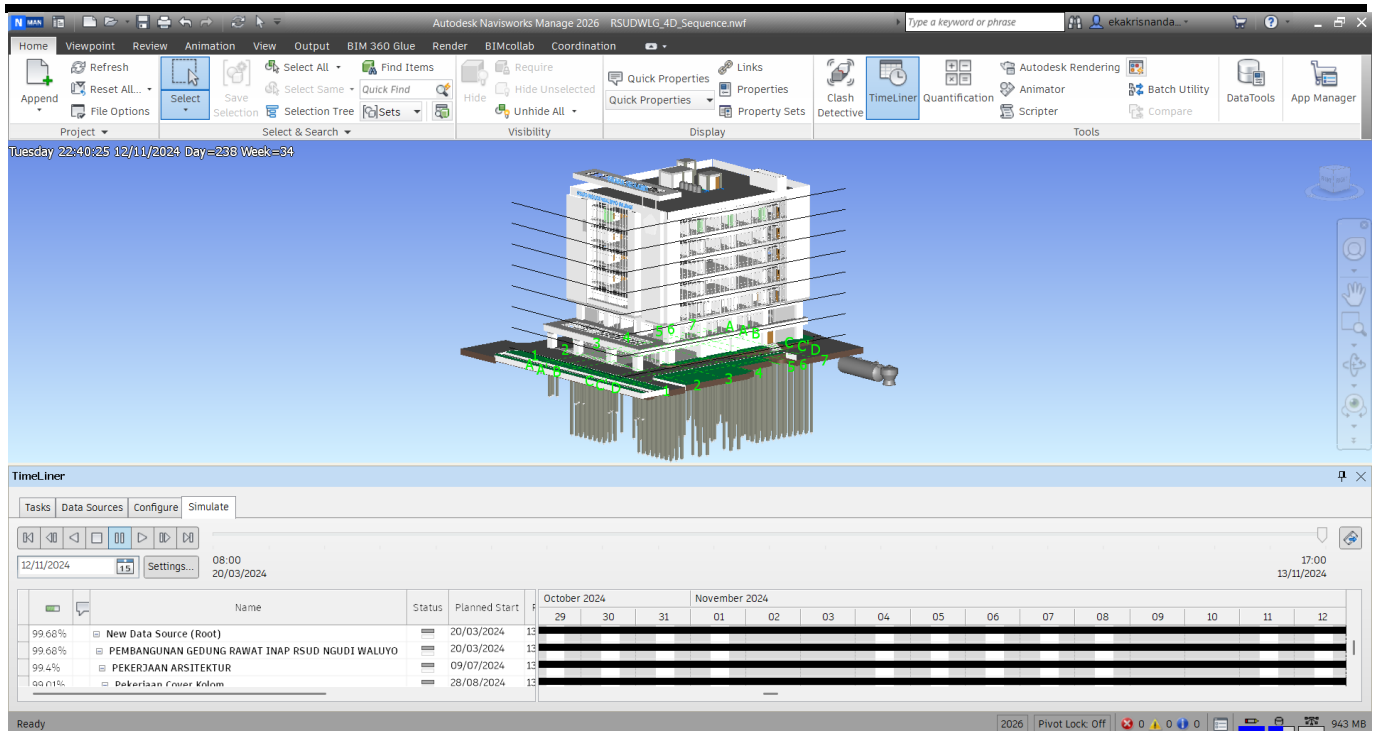


Gambar 4. Penjadwalan pada Microsoft Project

Penerapan BIM 4D dalam Integrasi Jadwal dengan Model 3D

Jadwal pelaksanaan yang telah disusun pada Microsoft Project selanjutnya dihubungkan dengan elemen model 3D pada Autodesk Navisworks Manage melalui fitur TimeLiner, sehingga setiap elemen model memiliki informasi waktu mulai dan selesai pekerjaan sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 5. Integrasi ini menghasilkan simulasi konstruksi 4D yang dapat ditinjau secara visual berdasarkan progres waktu pelaksanaan, memberikan visualisasi urutan pelaksanaan

yang lebih informatif dibandingkan metode penjadwalan konvensional. Berdasarkan hasil integrasi, durasi pelaksanaan yang diperoleh adalah 239 hari kalender, terhitung mulai 20 Maret 2024 hingga 13 November 2024. Perlu dicatat bahwa durasi tersebut dihitung berdasarkan pekerjaan yang termodelkan pada BIM 4D, sehingga bila dibandingkan terhadap durasi kontrak sebesar 275 hari kalender, perbandingan tersebut bersifat indikatif dan belum mencakup pekerjaan yang tidak dimodelkan dalam penelitian ini.

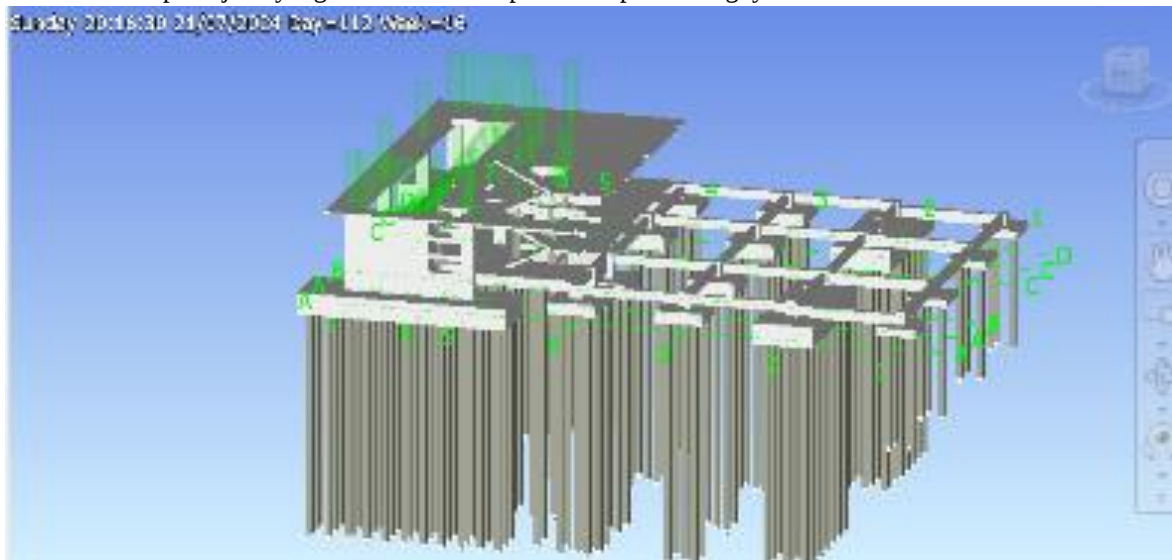


Gambar 5. Integrasi Jadwal dengan 3D Model pada Autodesk Navisworks Manage

Identifikasi Konflik Urutan Pekerjaan (*Sequencing Clash*)

Peninjauan simulasi 4D secara berkala menemukan dua kondisi konflik urutan pekerjaan yang tidak terdeteksi pada

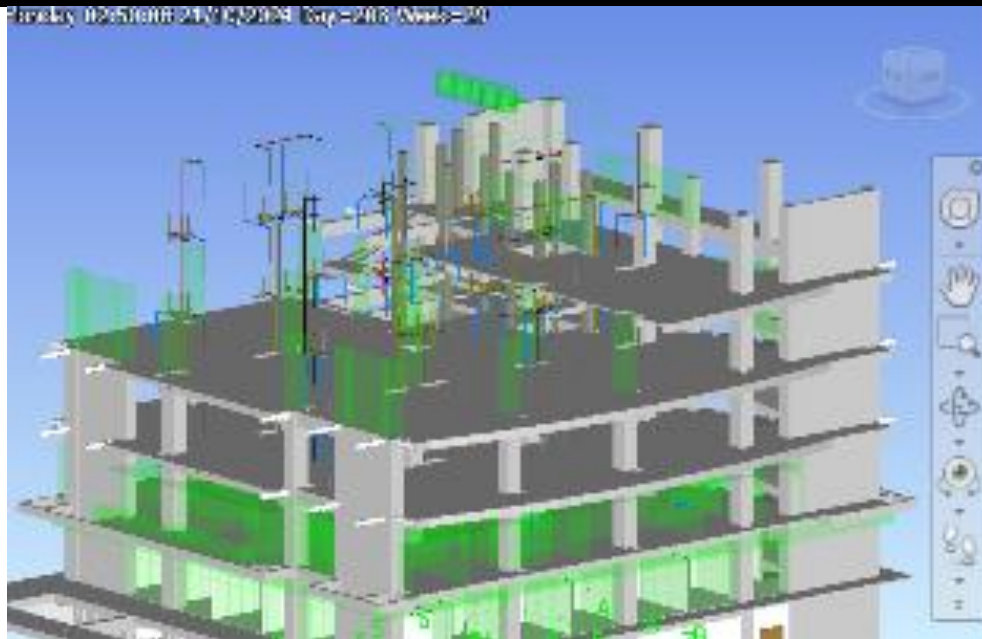
metode penjadwalan konvensional. Pertama, pekerjaan tangga struktur dijadwalkan berjalan sebelum pekerjaan balok dan kolom pada area terkait selesai, sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 6, sehingga pelaksanaan tangga berpotensi dilakukan sebelum elemen struktur pendukungnya tersedia.



Gambar 6. Konflik Urutan Pekerjaan Tangga Struktur terhadap Balok dan Kolom

Kedua, pekerjaan instalasi pipa MEP dijadwalkan berjalan sebelum pekerjaan struktur pada zona terkait selesai,

sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 7, sehingga instalasi pipa berpotensi dilaksanakan sebelum ruang dan elemen struktur yang menjadi jalur pemasangannya tersedia.



Gambar 7. Konflik Urutan Pekerjaan Instalasi Pipa MEP terhadap Struktur

Kedua temuan tersebut menunjukkan bahwa simulasi BIM 4D dapat membantu mengidentifikasi potensi konflik urutan pekerjaan yang berpotensi menyebabkan pekerjaan ulang (*rework*) maupun keterlambatan apabila tidak dikoreksi sejak tahap perencanaan.

4. KESIMPULAN

Penerapan BIM 4D pada tahap rencana pelaksanaan Pembangunan Gedung Rawat Inap RSUD Ngudi Waluyo menghasilkan alur kerja terintegrasi mulai dari pemodelan 3D, ekstraksi *quantity take-off*, perhitungan durasi, hingga simulasi konstruksi 4D. Berdasarkan alur tersebut, penelitian ini menghasilkan beberapa temuan sebagai berikut.

1. Integrasi jadwal Microsoft Project dengan model 3D pada Autodesk Navisworks Manage menghasilkan simulasi konstruksi 4D dengan durasi pelaksanaan sebesar 239 hari kalender untuk lingkup pekerjaan yang termodelkan.
2. Simulasi 4D memberikan visualisasi urutan pelaksanaan yang lebih informatif dibandingkan metode penjadwalan konvensional berbasis *bar chart* dan kurva S, karena keterkaitan antara waktu dan posisi elemen bangunan dapat ditinjau secara visual.
3. Peninjauan simulasi 4D berhasil mengidentifikasi dua konflik urutan pekerjaan (*sequencing clash*), yaitu pekerjaan tangga struktur yang mendahului penyelesaian lantai di bawahnya, dan pekerjaan instalasi pipa MEP yang mendahului penyelesaian struktur terkait, yang keduanya tidak terdeteksi pada metode penjadwalan konvensional.

Ketiga temuan tersebut menunjukkan bahwa BIM 4D tidak hanya berperan sebagai media visualisasi progres konstruksi, tetapi juga sebagai alat deteksi dini kesalahan logika penjadwalan pada tahap perencanaan, sehingga berpotensi

mengurangi risiko pekerjaan ulang dan keterlambatan pelaksanaan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. A. Saga and R. A. Karim, "Time Cost Trade of Analysis Using Building Information Modelling to Improve Construction Project Effectiveness," *Journal Transnational Universal Studies*, vol. 03, no. 8, 2025.
- [2] D. Saputra, N. R. Puspita, V. P. Prattyni, and A. Y. Abas, "Implementation of BIM Technology to Enhance Efficiency and Accuracy in Construction Projects," *International Journal of Issue Science*, vol. 1, no. 2, 2025.
- [3] R. Arifuddin, A. N. Fatimah, and M. R. Fadlillah, "Analysis of Scheduling Method in Building Projects: A Case Study," *Jurnal Teknik Sipil dan Teknologi Konstruksi*, 2024.
- [4] M. Traoré, G. Zhao, and X. Zhou, "Simulation of the Construction of a Swivel Bridge Using BIM 4D," *Open Journal of Civil Engineering*, vol. 13, no. 1, pp. 108–123, 2023.
- [5] P. Matejka and D. Sabart, "Categorization of Clashes and Their Impacts on Construction Projects," in *Engineering for Rural Development*, Latvia University of Agriculture, 2018, pp. 827–835.
- [6] Kementerian PUPR, "Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 22/PRT/M/2018 Tentang Pembangunan Bangunan Gedung Negara," 2018.
- [7] V. Abma, A. R. Nastiti, and F. Ramadhani, "Barriers to Implementing Common Data Environment (CDE) in the Construction Phase of BIM-Based Projects," *Teknisia*, 2025.