

Pemanfaatan BIM Untuk Penjadwalan dan Perhitungan RAB Pada Pekerjaan Struktur Proyek Sekolah Khusus Olahraga Cibubur

Chikas Sastika¹, Desninda Rainsya², Ridho Septian³

Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Bandung, Bandung 40012 ^{1,2,3}

E-mail: desninda.rainsya.tkgd22@polban.ac.id

Abstrak

Perencanaan proyek konstruksi dikenal memiliki beberapa tahap yang merupakan urutan kegiatan yang berulang seperti pada proyek konstruksi Gedung Olahraga Utara Proyek Sekolah Khusus Olahraga Cibubur. Kegiatan proyek konstruksi ini memuat batasan, berupa biaya, mutu, dan waktu. Agar pekerjaan berjalan efektif, diperlukan integrasi antara desain perencanaan, penjadwalan, dan estimasi biaya. Dengan Building Information Modelling (BIM) sebagai pendekatan digital yang mampu menyatukan ketiga aspek tersebut dalam proses perencanaan sehingga dapat lebih terstruktur dan berbasis data, khususnya dalam hal visualisasi pekerjaan. Pada penelitian ini penulis bertujuan untuk memodelkan Struktur Gedung Olahraga Utara berdasarkan data gambar menggunakan software Tekla Structures untuk memperoleh data volume pekerjaan. Volume tersebut dijadikan dasar dalam penyusunan penjadwalan dan perhitungan Rencana Anggaran Biaya. Hasil dari pemodelan dan penjadwalan menunjukkan bahwa durasi pelaksanaan proyek adalah 359 hari kalender dengan waktu kerja efektif 7 jam/hari. Total estimasi proyek, berdasarkan perhitungan RAB mencapai Rp. 100.473.593.955,61.

Kata kunci: BIM, Pekerjaan Struktur, Penjadwalan Proyek, Rencana Anggaran Biaya, Tekla Structure.

Abstract

Planning of construction project known to have several stages which is a sequence of recurring activities such as in the North Sports Building Cibubur Youth Sport Center Construction Project. This construction project activities contain limitations in terms of cost, quality, and time. To ensure that the work runs effectively, integration between planning design, scheduling, and estimation cost. Building Information Modelling (BIM) as a digital approach that is able to unify the three aspects in the planning process so that it can be more structured and data based, especially in terms of visualization of the work. In this study, the authors intend to modelling North Sports Building Structures based on data design drawings using software Tekla Structures to obtain work volume data. That volume data is used as the basis for scheduling and Calculating the Budget Plan (RAB). Result from modelling and scheduling show that duration of project works is 359 calender day with effective working time 7 hours/day. Total of the project cost estimation based of the Calculating the Budget Plan (RAB) reaches Rp. 100.473.593.955,61.

Keywords: BIM, Structural Work, Project Scheduling, Calculating the Budget Plan (RAB), Tekla Structure.

1. PENDAHULUAN

Proyek konstruksi yang memiliki banyak item pekerjaan namun dibatasi oleh waktu pelaksanaan yang sempit berisiko tinggi terhadap kegagalan pencapaian tujuan proyek, terutama dari sisi biaya, mutu, waktu (Hartono et al., 2015). Proyek konstruksi memiliki batasan utama berupa biaya, jadwal, dan mutu yang harus dipenuhi (Mahyuddin et al., 2023) sehingga pengelolaan aspek tersebut merupakan kunci keberhasilan proyek (Rani, 2016).

Rencana Anggaran Biaya (RAB) merupakan bagian penting dalam perencanaan karena berkaitan langsung kebutuhan biaya bahan, upah, dan lainnya. Selain itu, penjadwalan proyek yang tepat juga sangat mempengaruhi efisiensi pelaksanaan dan menghindarkan kerugian akibat keterlambatan atau pembengkakan biaya (Budi, 2018; Widianoro, 2017).

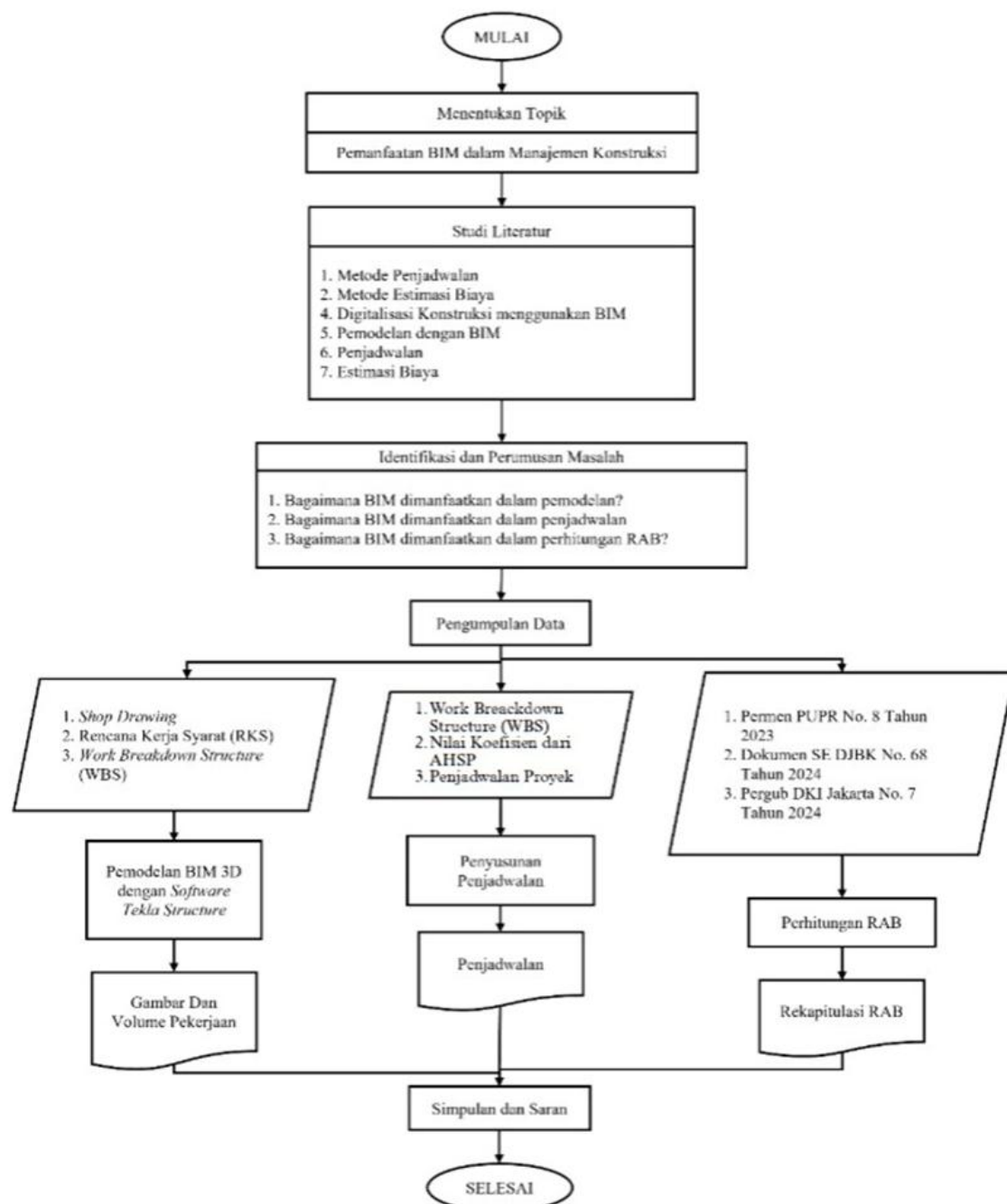
Proyek pembangunan Sekolah Khusus Olahraga Cibubur di DKI Jakarta merupakan gedung olahraga tiga lantai yang masih direncanakan dengan metode konvensional. Metode ini cenderung menimbulkan kendala dalam koordinasi dan informasi, serta berpotensi menimbulkan pemborosan dan keterlambatan (Aridho, 2024).

Penerapan Building Information Modelling (BIM) menghadirkan pendekatan digital yang terintegrasi dengan model 3D sebagai basis data informasi proyek (Henry et al., 2020). BIM tidak hanya sebatas visualisasi, melainkan mencakup seluruh informasi dari perencanaan hingga pemeliharaan (Kementrian PUPR, 2018). Sebagian besar software BIM memiliki fitur untuk melakukan perhitungan *quantity* (volume) yang didapat dari model dengan data geometrinya (Fadillah, 2022).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa implementasi BIM 4D mempercepat penyelesaian proyek dengan menggabungkan *schedule* dengan model agar bekerja secara bersamaan (Ferry & Indrastuti, 2020) dan BIM 5D mampu menekan estimasi biaya dibandingkan metode konvensional melalui optimalisasi volume material berdasarkan hasil pemodelan 3D (Fatchurrochman et al., 2024). Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini bertujuan melakukan pemodelan 3D, Penjadwalan (4D) dan penyusunan RAB (5D) untuk pekerjaan struktur pada proyek Sekolah Khusus Olahraga Cibubur.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini digunakan data primer berupa data teknis proyek seperti Gambar Rencana Kerja dan Rencana Kerja Syarat yang diolah dan dijadikan dasar dalam pembuatan model struktur dengan hasil akhir berupa volume pekerjaan. Selain itu digunakan pula data sekunder untuk mendukung penyusunan penjadwalan dan perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB). Berikut merupakan diagram alir untuk penyelesaian penelitian ini.



Gambar 1. Diagram Alir

Pemodelan dilakukan dengan cara pendekatan menggunakan data *Shop Drawing* proyek yang dimodelkan ulang dengan menggunakan *software Tekla Structure*. Hasil dari pemodelan berupa gambar model serta volume pekerjaan. Hasil dari volume pekerjaan ini selanjutnya dijadikan sebagai dasar untuk penyusunan penjadwalan dan perhitungan Rencana Anggaran Biaya.

Penyusunan penjadwalan dilakukan pada *software Microsoft Project* dengan data durasi yang dihitung berdasarkan output volume pekerjaan hasil pemodelan. Dengan item pekerjaan mengacu kepada *Work Breakdown Structure* yang disusun dengan menguraikan menjadi bagian bagian mengikuti pola struktur dan hierarki dengan berdasarkan pembelajaran seluruh dokumen

proyek (Maddeppungeng et al., 2015) yang telah didetailkan hingga level 6 (*Activity*) sesuai standar (Supriadi et al., 2017). Untuk perhitungan durasi mengacu kepada (Kementrian PUPR, 2023) dimana perhitungan durasi berdasarkan nilai produktivitas yang dihitung berdasarkan nilai koefisien Analisa Harga Satuan Pekerjaan. Hasil penjadwalan ini diintegrasikan dengan Model 3D dan disimulasikan dalam Naviswork Manage untuk memperoleh visualisasi tahapan pekerjaan konstruksi.

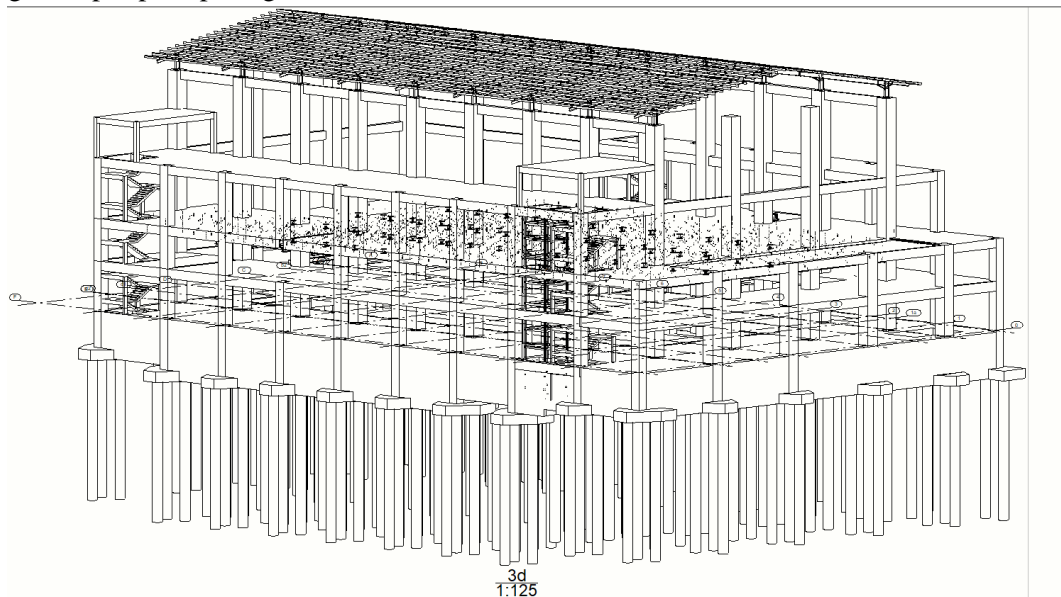
Perhitungan Rencana Anggaran Biaya mengacu kepada (Pemerintah Gubernur DKI Jakarta, 2024) yang dilakukan berdasarkan output volume pekerjaan hasil pemodelan dengan Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang mengacu kepada (Kementrian PUPR, 2023) dengan Daftar Harga Satuan berdasarkan (Pemerintah Gubernur DKI Jakarta, 2024).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Objek kajian dalam penelitian ini adalah pekerjaan struktural dari Gedung Olahraga Utara Proyek Sekolah Khusus Olahraga Cibubur. Pemodelan struktur dilakukan menggunakan software berbasis BIM yaitu *Tekla Structure* yang akan menghasilkan *quantity takeoff* untuk selanjutnya diintegrasikan dengan penjadwalan sekaligus simulasi konstruksi menggunakan *Autodesk Naviswork* dan perhitungan Rencana Anggaran Biaya.

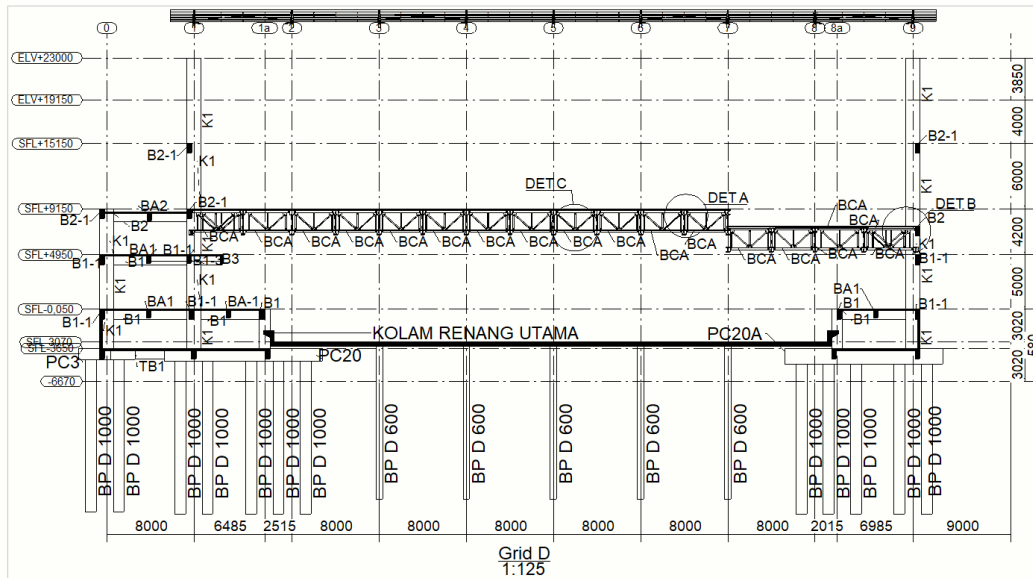
3.1 Pemodelan Menggunakan Tekla Structure

Detail objek kajian yang dimodelkan yakni pekerjaan struktural dari Gedung Olahraga Utara Proyek Sekolah Khusus Olahraga Cibubur yang memiliki luas tapak 86.000 m² dan luas bangunan 12.180,19 m², meliputi struktur bawah atau pondasi yang menggunakan pondasi bored pile hingga pile cap, struktur atas berupa kolom, balok, pelat dan rangka atap. Gedung ini memiliki 2 lantai, 1 lantai basement, 1 lantai mezzanine, dan 1 lantai dak dengan struktur yang digunakan pada gedung merupakan struktur beton bertulang dan struktur baja untuk lantai 2 dan rangka atap seperti pada gambar.



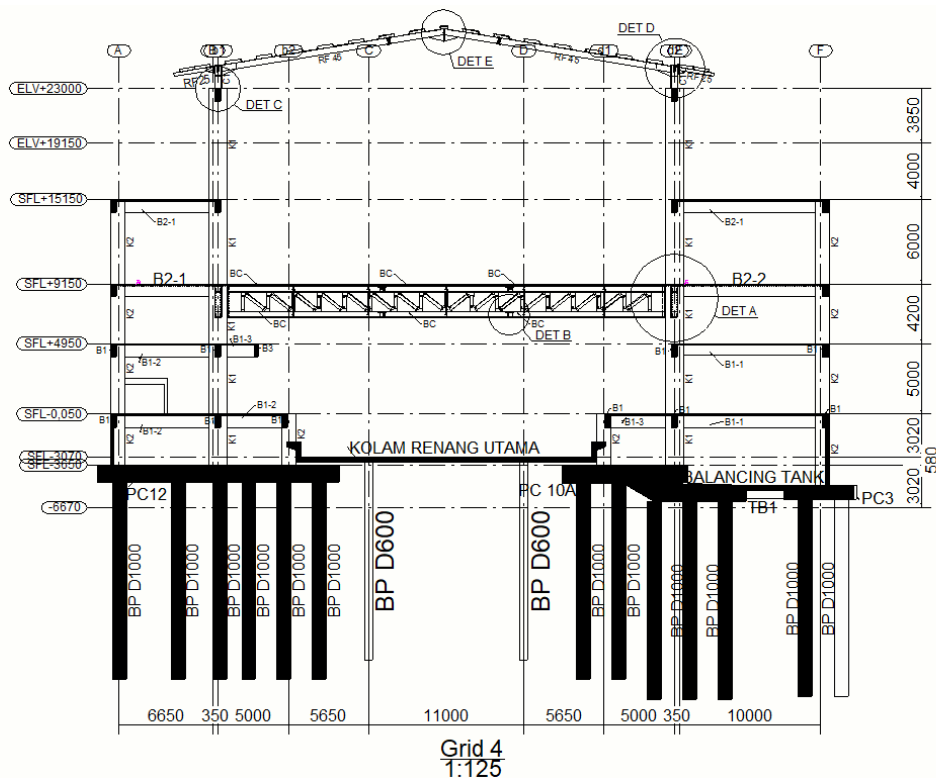
Gambar 2. Pemodelan 3D Pekerjaan Struktural Menggunakan Tekla Structure

Dari pemodelan didapat juga gambar potongan memanjang dan melintang pada grid D dan grid 4, pada potongan tersebut juga terdapat section view untuk pendetailan elemen baja seperti terlihat pada gambar.



Gambar 3. Gambar Potongan Grid D

Gambar Potongan di Grid D mewakili pendetailan struktur Gedung Olahraga Utara arah memanjang seperti yang terlihat. Pada gambar terlihat panjang Gedung Olahraga Utara adalah 83000 mm yang dibagi ke dalam 12 sumbu as. Dan memiliki 9 elevasi, dimana pada lantai 2 di potongan Grid D terlihat terdapat penurunan elevasi sebesar -1200 mm di sumbu 7-9.



Gambar 4. Gambar Potongan Grid 4

Gambar Potongan di Grid 4 mewakili pendetailan struktur Gedung Olahraga Utara arah melintang. Pada gambar terlihat lebar Gedung Olahraga Utara adalah 44000 mm yang dibagi ke dalam 10 sumbu as. Dan memiliki 9 elevasi dengan rincian elevasi antar lantai sebagai berikut

- a. Elv Balancing Tank: SFL -5070 mm
- b. Lantai Basement: SFL -3650 mm
- c. Elv Kolam Renang: SFL -3070
- d. Lantai 1: SFL -50 mm
- e. Lantai Mezanine: SFL +4950 mm
- f. Lantai 2: SFL +9150 mm
- g. Lantai Dak: SFL +15150 mm
- h. Lantai ½ Dak: SFL +19150 mm
- i. Elv. 23000: SFL +23000 mm

3.2 Bill of Quantities (BoQ)

Data QTO ini diperoleh secara otomatis dari Model 3D yang telah dibuat sebelumnya. Pengambilan data ini dilakukan menggunakan fitur *Organizer* dan *Report Templates* pada *Tekla Structures*. Hasil volume pekerjaan atau Bill of Quantity dari pemodelan menggunakan Tekla Structures adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Rekapitulasi BOQ

REKAPITULASI BOQ		
Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume
Pengecoran	m ³	7.005,7
Pekerjaan Bored Pile	m'	3.626
Pekerjaan Bekisting	m ²	37.589,47
Penulangan	kg	1.450.810,061
Pekerjaan Baja Profil	kg	1.003.635,8

3.3 Penjadwalan Pekerjaan Struktur

Langkah penyusunan penjadwalan pada tugas akhir ini adalah dengan menggabungkan penjadwalan yang dibuat pada *Microsoft Project* dengan Hasil Pemodelan 3D yang dibuat pada *Tekla Structures*.

- a. Perhitungan Durasi Pekerjaan.

Perhitungan durasi pekerjaan pada tugas akhir ini mengacu kepada nilai koefisien pekerja atau alat sesuai dengan item pekerjaan dari Analisa Harga Satuan Pekerjaan yang dihubungkan dengan data QTO dari hasil pemodelan untuk memperoleh nilai produktivitas dari tiap pekerjaan yang menjadi acuan untuk menghitung durasi pekerjaan. Untuk contoh perhitungan durasi dari produktivitas pekerja dan alat berdasarkan nilai koefisien adalah sebagai berikut:

Diketahui:

Volume pekerjaan: 1339,05 m³

Koefisien alat: 0,00475 (m³/hari) (nilai koefisien dari AHSP)

Digunakan koefisien alat karena untuk produktivitas pekerjaan pengecoran ditentukan oleh produktivitas alat.

Jam kerja efektif: 7 jam/hari

$$\text{Produktivitas peralatan} = \frac{1}{\text{Koefisien Peralatan}} \times \text{Jam Kerja Efektif per Hari} \quad (1)$$

Karena koefisien alat sudah dalam satuan hari, maka untuk perhitungan produktivitas alat adalah sebagai berikut.

$$\text{Produktivitas peralatan} = \frac{1}{\text{Koefisien Peralatan}} \quad (2)$$

$$\text{Produktivitas peralatan} = \frac{1}{0,00475 \text{ hari/m}^3} \quad (3)$$

$$\text{Produktivitas peralatan} = 210,53 \text{ m}^3/\text{hari}$$

Maka, durasi untuk pekerjaan pengecoran pilecap zona 1 dengan menggunakan satu buah alat adalah:

$$\text{Durasi} = \frac{\text{Volume Pekerjaan}}{(\text{Produktivitas} \times \text{Jumlah Tenaga Kerja})} \quad (4)$$

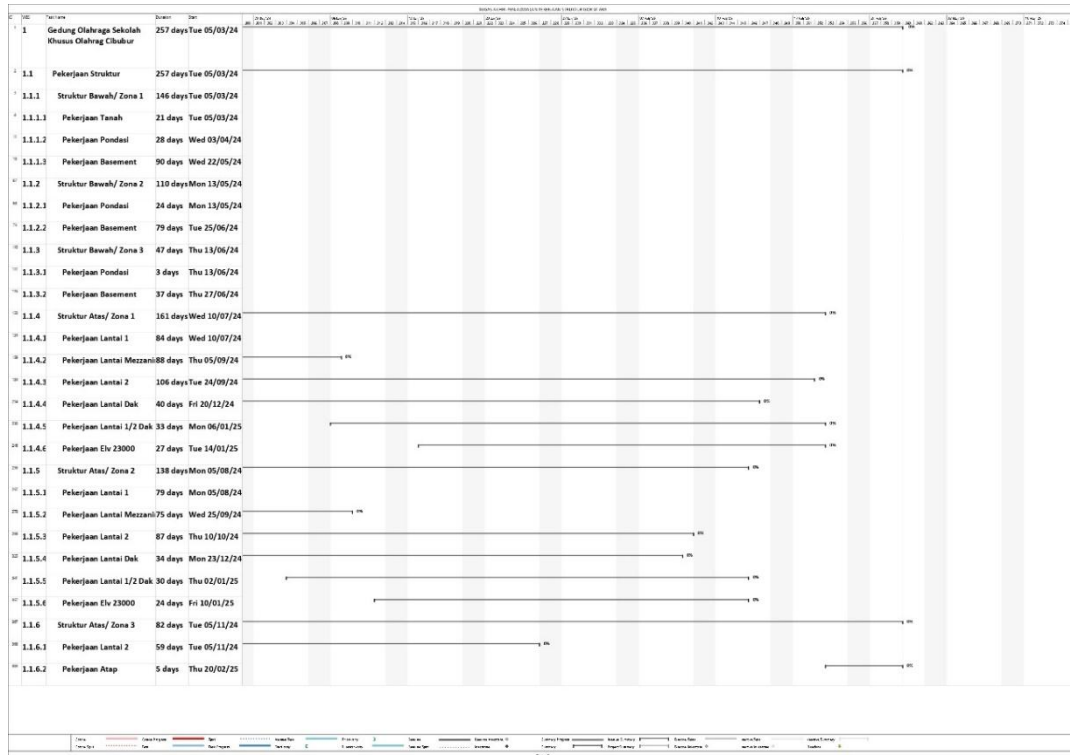
$$\text{Durasi} = \frac{1339,05 \text{ m}^3}{(210,53 \text{ m}^3/\text{hari} \times 1)} \quad (5)$$

$$\text{Durasi} = 6,36 \text{ hari} \sim 7 \text{ hari}$$

Alokasi pekerja dan alat berat ditentukan dengan cara membandingkan durasi dari perhitungan menggunakan asumsi alokasi pekerja dan alat berat yang dibuat penulis dengan durasi yang ada pada proyek dengan mempertimbangkan metode pekerjaan dan lokasi suatu pekerjaan dilaksanakan.

b. Penyusunan Penjadwalan pada Microsoft Project

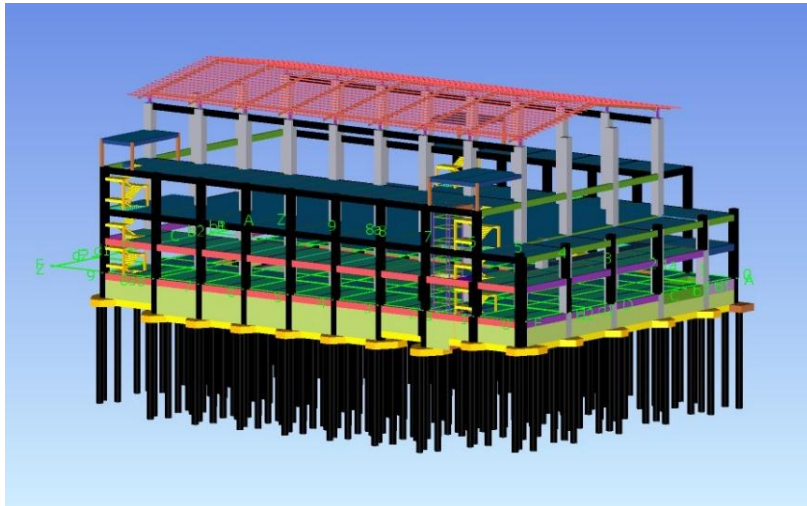
Penyusunan penjadwalan dimulai dengan membuat jadwal pada *Microsoft Project* dari tiap item pekerjaan dari *Work Breakdown Structure* yang membagi pekerjaan menjadi 3 zona dengan durasi yang telah dihitung sebelumnya. Proyek ini dimulai pada tanggal 05 Maret 2024 ini beroperasi selama 7 jam dalam 1 hari dan enam hari dalam satu minggu. Dengan memasukkan data durasi serta hubungan kerja dari tiap item pekerjaan, diperoleh hasil penjadwalan yang menunjukkan total durasi selama 359 hari kerja seperti pada gambar berikut.



Gambar 5. Hasil Penjadwalan

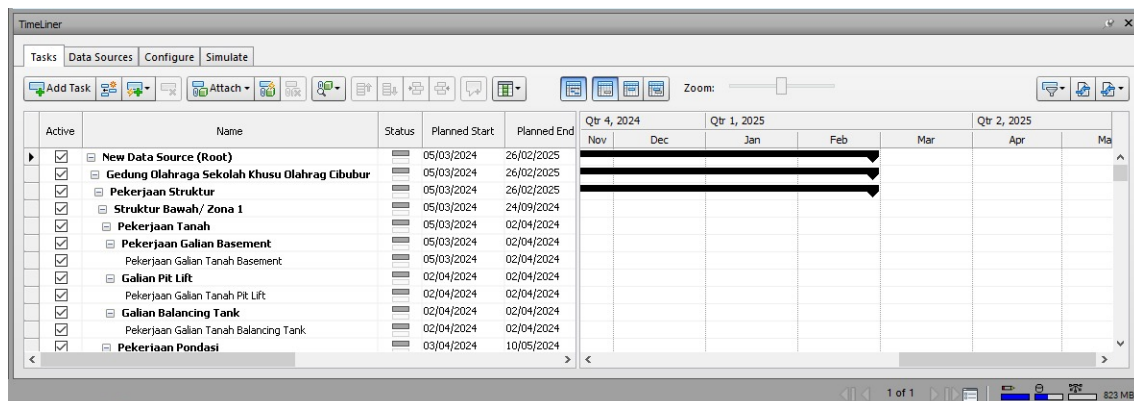
c. Simulasi 4D

Digunakan perangkat *autodesk naviswork* untuk mengintegrasikan model 3D dengan jadwal proyek guna menghasilkan simulasi konstruksi berbasis waktu. Model 3D yang diperoleh dari *tekla structure* diimpor ke dalam *autodesk naviswork* untuk proses integrasi dengan penjadwalan. Dalam rangka efisiensi manajemen proyek dan pelaksanaan pekerjaan, model dibagi menjadi tiga zona utama berdasarkan tahapan pelaksanaan lapangan. Tampilan model yang telah diimpor adalah seperti gambar berikut.



Gambar 6. Tampilan Model 3D pada *Autodesk Naviswork*

Jadwal yang telah dibuat pada *Microsoft Project* diimpor kedalam *Naviswork* melalui fitur “*Timeliner*” yang berfungsi menggabungkan elemen waktu dengan elemen fisik pada model 3D. Jadwal yang diimpor merupakan daftar pekerjaan yang telah disusun berdasarkan *Work Breakdown Structure* level 5 (*Work Package*) yang telah termasuk dengan hubungan antar pekerjaan yang ada. Berikut tampilan *timeliner* pada *Autodesk Naviswork*.



Gambar 7. Tampilan *Timeliner* pada *Autodesk Naviswork*

Setelah data dan penjadwalan berhasil diimpor, selanjutnya dilakukan pengaturan fitur “*set*” yang digunakan untuk mengorganisasi elemen elemen model berdasarkan aktifitas yang terdapat dalam jadwal . Pengaturan ini membuat setiap komponen konstruksi pada model terkoneksi dengan *timeliner*. Proses ini dilakukan dengan selektif dan manual berdasarkan pembagian zona dan urutan kerja di lapangan. Hasilnya adalah sebuah simulasi 4D yang

menampilkan tahapan pembangunan gedung secara visual dan kronologis. Berikut tampilan untuk fitur “set”



Gambar 8. Tampilan *set* pada Autodesk Naviswork

Hasil pemodelan 4D ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yakni dengan menggabungkan schedule dari Microsoft Project dengan total durasi 359 hari kerja dan model 3D hasil pemodelan Tekla Structures. Penggabungan schedule dan model yang dilakukan di Autodesk Naviswork ini membuat penjadwalan menjadi lebih terstruktur dan mudah divisualisasikan.

3.4 Rencana Anggaran Biaya Pekerjaan Struktur

Rencana Anggaran Biaya merupakan output dari hasil perkalian Analisa Harga Satuan yang dibuat sebelumnya dan dikalikan dengan Bill of Quantity atau Daftar dari kuantitas pekerjaan yang pada penelitian ini diperoleh dari output hasil pemodelan 3D. Berikut merupakan rekapitulasi hasil perhitungan Rencana Anggaran Biaya pada Proyek Gedung Olahraga Utara Sekolah Khusus Olahraga Cibubur

Tabel 2. Rekapitulasi RAB

REKAPITULASI RAB		
No	Uraian Pekerjaan	Rencana Anggaran Biaya
PEKERJAAN STRUKTUR BAWAH		
ZONA 1		
1	Pekerjaan Tanah	Rp 132.849.807,06
2	Pekerjaan Pondasi	Rp 6.866.338.005,00

REKAPITULASI RAB		
No	Uraian Pekerjaan	Rencana Anggaran Biaya
3	Pekerjaan Basement	Rp 9.390.108.934,76
ZONA 2		
1	Pekerjaan Pondasi	Rp 5.798.240.982,00
2	Pekerjaan Basement	Rp 7.128.875.409,08
ZONA 3		
1	Pekerjaan Pondasi	Rp 508.066.315,00
2	Pekerjaan Basement	Rp 3.290.632.098,60
PEKERJAAN STRUKTUR ATAS		
ZONA 1		
1	Pekerjaan Lantai 1	Rp 4.429.059.127,82
2	Pekerjaan Lantai Mezzanine	Rp 3.502.905.236,82
3	Pekerjaan Lantai 2	Rp 9.735.783.293,46
4	Pekerjaan Lantai Dak	Rp 2.792.368.301,65
5	Pekerjaan Lantai 1/2 Dak	Rp 288.902.076,89
6	Pekerjaan Elv 23000	Rp 299.228.859,66
ZONA 2		
1	Pekerjaan Lantai 1	Rp 3.080.488.602,36
2	Pekerjaan Lantai Mezzanine	Rp 2.654.055.127,33
3	Pekerjaan Lantai 2	Rp 9.395.782.151,49
4	Pekerjaan Lantai Dak	Rp 3.047.635.841,44
5	Pekerjaan Lantai 1/2 Dak	Rp 107.925.180,06
6	Pekerjaan Elv 23000	Rp 299.228.859,66
ZONA 3		
1	Pekerjaan Lantai 2	Rp 25.284.492.721,98
2	Pekerjaan Atap	Rp 2.440.627.023,50
Total		Rp 100.473.593.955,61

Dengan hasil pemodelan struktur yang lebih detail, perhitungan RAB ini memberikan estimasi biaya yang lebih akurat serta transparan karena volumen pekerjaan diperoleh langsung dari model. Hal ini mendukung penelitian sebelumnya yakni bahwa pemodelan BIM 5D berkontribusi dalam efisiensi biaya melalui optimalisasi volume pekerjaan dan perencanaan yang lebih presisi.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemodelan, penyusunan penjadwalan, dan perhitungan Rencana Anggaran Biaya serta pembahasan yang telah diuraikan, maka pada penyusunan Tugas Akhir ini dapat disimpulkan:

1. Pemodelan gedung dengan menggunakan *software Tekla Structure* dapat menghasilkan output *Quantity Take Off* untuk penyusunan penjadwalan dan perhitungan Rencana Anggaran Biaya.
2. Penyusunan penjadwalan berdasarkan *Quantity Take Off* hasil pemodelan *Tekla Structure* yang dihubungkan dengan koefisien Analisa Harga Satuan Pekerjaan memperoleh hasil durasi yaitu selama 359 hari kalender dengan 7 jam/hari.
3. Rencana Anggaran Biaya Gedung Olahraga Utara dengan Analisa Harga Satuan yang Mengacu ke Permen PUPR dan berdasarkan output pemodelan Tekla diperoleh hasil nilai sebesar Rp. 100.473.593.955,61.
4. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian sebelumnya di mana penggunaan BIM menghasilkan perhitungan durasi yang lebih terstruktur dan estimasi biaya yang transparan, sehingga lebih efisien dibandingkan pendekatan konvensional yang masih rawan kesalahan akibat keterbatasan integrasi data.

Penulis menyadari bahwa masih terdapat berbagai keterbatasan baik dalam aspek teknis maupun penguasaan perangkat lunak yang digunakan. Oleh karena itu, penulis menyampaikan beberapa saran yang diharapkan dapat menjadi masukan bagi mahasiswa lain, akademisi, maupun pihak terkait yang ingin mengembangkan studi sejenis.

1. Pengolahan dan integrasi *Building Information Modelling* (BIM) membutuhkan ketelitian tinggi dan pemahaman teknis lintas bidang. Oleh karena itu, disarankan untuk mempelajari dasar-dasar penjadwalan proyek, perhitungan volume, serta konsep *Work Breakdown Structure*, dan mempelajari data rencana secara mendalam sebelum memulai proses pemodelan.
2. Untuk pengembangan selanjutnya, disarankan tidak hanya berfokus pada perencanaan waktu dan biaya, pemanfaatan BIM secara real-time, atau integrasi dengan perangkat lunak manajemen proyek lainnya agar hasil analisis menjadi lebih komprehensif.
3. Integrasi BIM dengan manajemen konstruksi di lapangan berpotensi memberikan kontribusi signifikan, seperti meningkatkan ketelitian perhitungan volume, memperjelas penjadwalan melalui simulasi 4D, serta estimasi biaya 5D yang lebih akurat karena optimalisasi volume pekerjaan hasil pemodelan.

DAFTAR PUSTAKA

- Aridho, M. (2024). *Evaluasi Rencana Anggaran Biaya Struktur Menggunakan Konsep Building Information Modeling Menggunakan Aplikasi Revit (Studi Kasus: Proyek Gedung Aesthetic Center RSUP Prof. Dr. I G.N.G Ngoerah)*.
- Budi, M. R. S. (2018). *Perbandingan Estimasi Anggaran Biaya dan Schedule Proyek Pembangunan Rumah Sakit Al Huda Banyuwangi Menggunakan Metode SNI dan Metode BOW*.
- Fadillah, M. (2022). Quantity Take-Off Pekerjaan Struktur Berbasis Building Information Modeling (BIM) Pembangunan Gedung Kantor Pelayanan Pajak Pratama Balige. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 2(1).
- Fatchurrochman, M. A., Hendriyani, I., & Pratiwi, R. (2024). *Analisis Rencana Anggaran Biaya Menggunakan Konsep BIM 5D Pada Pekerjaan Struktur Proyek Villa Jalan Mulawarman Batakan Village Balikpapan* (Vol. 12, Issue 2).

- Ferry, & Indrastuti. (2020). Penerapan Building Information Modelling (BIM) pada Proyek Pembangunan Workshop (Studi Kasus: Proyek Pembangunan Workshop Kapal di Sekupang). In *Journal of Civil Engineering and Planning* (Vol. 1, Issue 1).
- Hartono, W., Pratitasari, P., & Sugiyarto. (2015). *Analisis Risiko Konstruksi Struktur Bawah pada Proyek Pembangunan Hartono Lifestyle Mall Yogyakarta dengan Metode Analytical Hierarchy Process (AHP)*.
- Henry, G., Supani, & Adi, T. J. W. (2020). *Perencanaan Penjadwalan dengan Aplikasi BIM Menggunakan Analisa Probabilistik (Studi Kasus Proyek Jembatan Bedadung)*.
- Kementrian PUPR. (2018). *Pemodelan 3D, 4D, 5D, 6D, dan 7D Serta Simulasinya dan Level of Development (LoD)*.
- Kementrian PUPR. (2023). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 8 Tahun 2023 Tentang Pedoman Penyusunan Perkiraan Biaya Pekerjaan Konstruksi Bidang Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat*. www.peraturan.go.id
- Maddeppungeng, A., Suryani, I., & Iskandar, M. (2015). Analisis Pengendalian Penjadwalan Pembangunan Gedung Administrasi Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Kampus Serang Menggunakan Metode Work Breakdown Structure (WBS) dan Kurva-S. In *JURNAL FONDASI* (Vol. 4, Issue 1).
- Mahyuddin, Ritnawati, Rachim, F., Mursalim, E., Pandarangga, A. P., Sidiq, Y. U. R., & Rosytha, A. (2023). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Yayasan Kita Menulis.
- Pemerintah Gubernur DKI Jakarta. (2024). *Peraturan Gubernur Daerah Khusus Ibukota Jakarta Nomor 7 Tahun 2024 Tentang Standar Harga Satuan Tahun 2024*.
- Rani, H. A. (2016). *Manajemen Proyek Konstruksi*. Deepublish.
- Supriadi, L., Latief, Y., Susilo, B., & Rajasa, M. (2017). Development of risk-based standardized WBS (Work Breakdown Structure) for cost estimation of apartment's project. *International Journal of Civil Engineering and Technology*, 8, 822–833.
- Widiantoro, O. (2017). *Rencana Anggaran Biaya (Construction Cost Estimate) (Buku Ajar) Fakultas Teknik Universitas Negeri Surabaya*.