

ARTIKEL ILMIAH

**PENERAPAN *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM)
MENGUNAKAN *AUTODESK REVIT STUDENT VERSION*
DALAM ANALISIS WAKTU DAN ANGGARAN BIAYA
STRUKTUR GEDUNG IGD TERPADU RUMAH SAKIT UMUM
PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT**

*The Application of Building Information Modeling (BIM) In Analysis of
Time And Construction Cost Estimate of IGD Terpadu Regional Hospital
West Nusa Tenggara Province Building Structure*



Oleh :

**MUCHAMMAD SULTHON FANANI
(F1A 019 114)**

**JURUSAN TEKNIK SIPIL
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MATARAM**

2023

ARTIKEL ILMIAH

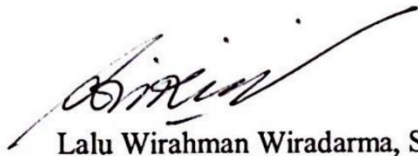
**PENERAPAN *BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)*
MENGUNAKAN *AUTODESK REVIT STUDENT VERSION*
DALAM ANALISIS WAKTU DAN ANGGARAN BIAYA
STRUKTUR GEDUNG IGD TERPADU RUMAH SAKIT UMUM
PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT**

Oleh:

MUCHAMMAD SULTON FANANI
F1A 019 114

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

1. Pembimbing Utama



Lalu Wirahman Wiradarma, ST., MSc Tanggal : 31 Agustus 2023
NIP : 19680201 199703 1 002

2. Pembimbing Pendamping



Suparjo, ST., MT
NIP : 19670814 199412 1 001

Tanggal : 31 Agustus 2023

Mengetahui
Sekretaris Jurusan Teknik Sipil
Fakultas Teknik
Universitas Mataram



Eng. Hariyanto, ST., MSc(Eng).
NIP. 19731027 199802 1 001

PENERAPAN *BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)* DALAM ANALISIS WAKTU DAN ANGGARAN BIAYA STRUKTUR GEDUNG IGD TERPADU RUMAH SAKIT UMUM PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT

Muchammad Sulthon Fanani¹, Lalu Wirahman Wiradarma, ST., MSc.², Suparjo, ST., MT.²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

ABSTRAK

Pengembangan Infrastruktur dalam era digital mendorong perkembangan teknologi yang akan digunakan sebagai alat bantu dalam pelaksanaan pembangunannya, teknologi tersebut dikenal sebagai *Building Information Modeling (BIM)*. Melalui teknologi *Building Information Modeling (BIM)*, penjadwalan suatu proyek dapat divisualisasikan secara grafis sehingga para *stakeholder* yang terlibat dapat memahami target yang akan dicapai. Sementara itu jika digunakan dalam estimasi biaya dapat mereduksi biaya masing-masing item pekerjaan dengan *Quantity Take Of* yang lebih detail. Analisa *design* ini bertujuan untuk memodelkan bentuk struktur menjadi *Building Information Modeling (BIM)* dengan menggunakan *Autodesk Revit Student Version*, menerapkan *Building Information Modeling (BIM) 4D* dengan mengintegrasikan *Microsoft Project* ke dalam *Autodesk Naviswork Student Version* untuk memvisualisasikan penjadwalan, serta menerapkan *BIM 5D* dalam perhitungan deviasi antara estimasi biaya konvensional dengan *BIM* pembangunan struktur Gedung IGD Terpadu RSUD Provinsi NTB. Setelah selesai memodelkan *BIM*, dilakukan pembuatan *output file* sehingga menghasilkan gambar, *quantity take-off*, dan *Bar Bending Schedule* tiap item pekerjaan. Setelah itu *file 3D* di ekspor menjadi *file NWC* untuk dilakukan proses visualisasi antara *schedule Microsoft Project* dengan *Autodesk Naviswork Student Version* yang menghasilkan simulate sebanyak 8 periode yaitu periode maret, april, mei, juni, juli, agustus, dan september dengan durasi 167 hari. Analisa perbandingan estimasi biaya manual dan *BIM* dilakukan dengan *Quantity take-off Autodesk Revit* dikalikan dengan Analisa Harga Satuan Pekerjaan. Didapatkan estimasi biaya manual sebesar Rp. 27,968,941,025.01 dan *BIM* sebesar Rp. 27,713,647,431.66. Selisih harga total sebesar Rp. 255,293,593.34 (0.92%), disebabkan volume di perhitungan manual tak memperhitungkan sambungan balok, kolom, dan pelat. Deviasi terbesar metode manual sebesar 13.3%, metode *BIM* sebesar -6.4%. Kesimpulannya, *BIM* dapat mempermudah proses estimasi biaya. Ini menegaskan bahwa *BIM* memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi dan akurasi dalam pengembangan infrastruktur di era digital.

Kata Kunci: *Building Information Modeling (BIM)*, *Autodesk Revit Student Version*, *Autodesk Naviswork Student Version*, Estimasi Biaya

ABSTRACT

The development of infrastructure in the digital era drives technological advancements that will be utilized as tools in its construction implementation, known as Building Information Modeling (BIM). Through Building Information Modeling (BIM) technology, project scheduling can be graphically visualized, enabling involved stakeholders to understand the intended objectives. Meanwhile, if used in cost estimation, it can reduce costs for each work item with more detailed Quantity Take-Off. This design analysis aims to model the structural form into Building Information Modeling (BIM) using Autodesk Revit Student Version, implement 4D Building Information Modeling

PENERAPAN *BUILDING INFORMATION MODELING (BIM)* DALAM ANALISIS WAKTU DAN ANGGARAN BIAYA STRUKTUR GEDUNG IGD TERPADU RUMAH SAKIT UMUM PROVINSI NUSA TENGGARA BARAT

Muchammad Sulthon Fanani¹, Lalu Wirahman Wiradarma, ST., MSc.², Suparjo, ST., MT.²

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

²Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mataram

(BIM) by integrating Microsoft Project into Autodesk Navisworks Student Version for scheduling visualization, and apply 5D BIM in calculating deviations between conventional cost estimates and BIM for the construction of the Integrated IGD Building of the NTB Provincial General Hospital. After completing the BIM modeling, output files are generated to produce drawings, quantity take-offs, and Bar Bending Schedules for each work item. Subsequently, the 3D file is exported as an NWC file to conduct visualization processes between the Microsoft Project schedule and Autodesk Navisworks Student Version, resulting in a simulation for 8 periods: March, April, May, June, July, August, and September, spanning a duration of 167 days. The comparison analysis between manual cost estimation and BIM is conducted by multiplying the Autodesk Revit quantity take-off by the Unit Price Analysis of Work. The manual cost estimation is Rp. 27,968,941,025.01, while the BIM estimation is Rp. 27,713,647,431.66. The total price difference is Rp. 255,293,593.34 (0.92%), attributed to the manual calculation not accounting for beam, column, and slab connections. The largest deviation in the manual method is 13.3%, while the BIM method exhibits -6.4%. In conclusion, BIM can facilitate the cost estimation process. This reaffirms that BIM holds the potential to enhance efficiency and accuracy in infrastructure development in the digital era.

Keywords: *Building Information Modeling (BIM), Autodesk Revit Student Version, Autodesk Naviswork Student Version, Cost Estimation*

PENDAHULUAN

Penyediaan sarana dan prasarana infrastruktur di Provinsi Nusa Tenggara Barat berkembang begitu cepat. Untuk mendorong tumbuh dan berkembangnya Infrastruktur unggulan tersebut, Pemerintah Provinsi Nusa Tenggara Barat menetapkan kebijakan dalam RPJMD (Rencana Pembangunan Jangka Menengah Daerah) yang tertuang dalam salah satu misinya adalah akselerasi pengembangan Infrastruktur penunjang sektor unggulan dan kawasan strategis.

Akselerasi pengembangan Infrastruktur penunjang sektor unggulan

dan kawasan strategis sesuai dengan RPJMD harus didukung oleh inovasi dan teknologi. Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR) menginstruksikan penggunaan inovasi teknologi konstruksi yaitu *Building Information Modeling (BIM)* sekaligus mendukung Revolusi Industri 4.0.

Gedung ini dibangun untuk provinsi Nusa Tenggara Barat menunjang kegiatan *international* seperti WSBK, MotoGP, MX GP, Iron Man, dan lain sebagainya. Salah satu syarat untuk menunjang kegiatan *international* yaitu harus menyediakan

rumah sakit kelas dunia dengan fasilitas *helipad* yang terintegrasi dan ruang perawatan khusus sebagai ruang penerimaan atlet *international*. Sehingga untuk mempercepat perencanaan dan pembangunan gedung IGD Terpadu ini, dibutuhkan *Building Information Modelling* (BIM) sebagai inovasi teknologi dalam pembangunan konstruksinya.

(Rahma, 2019) melakukan penelitian tentang perencanaan penjadwalan dan pemodelan gedung *ISDB Integrated Laboratory For Plant And Natural Medicine* Universitas Jember dengan menggunakan metode BIM. Metode yang digunakan dalam penelitiannya yaitu memodelkan bangunan gedung *ISDB Integrated Laboratory for Plant and Natural Medicine* Universitas Jember dengan menggunakan program bantu *Revit Architecture* serta menyusun penjadwalannya menggunakan *Microsoft Project*. Pada pemodelan menggunakan *Revit Architecture* didapatkan volume masing-masing pekerjaan yang telah dimodelkan, dan pada *Microsoft Project* didapatkan lama waktu pelaksanaan selama 240 hari, atau 8 bulan dengan *start date* 25 Oktober 2018 dan *finish date* 21 Juni 2019.

Menurut (Baskoro, 2019) Secara garis besar *Building Information Modeling* (BIM) adalah konsep atau proses untuk menghasilkan dan mengelola data bangunan dalam siklus proyeknya dengan menggunakan pemodelan dalam bentuk 3D secara *real-time, software* bangunan pemodelan dinamis untuk meningkatkan produktivitas dalam membangun desain dan konstruksi.

Rencana anggaran proyek adalah perhitungan jumlah biaya yang dibutuhkan dalam proyek konstruksi yang meliputi biaya material, upah tenaga kerja, dan biaya lainnya yang terkait dengan proyek tersebut dan dihitung berdasarkan beban kerja dilakukan sebelumnya. (Nugroho et al., 2009.)

Autodesk Revit dimaksudkan untuk memungkinkan arsitek dan profesional bangunan lainnya merancang dan mendokumentasikan bangunan dengan menciptakan model tiga dimensi parametrik yang mencakup desain geometri dan non-geometris serta informasi konstruksi, yang juga dikenal sebagai Pemodelan Informasi Bangunan atau BIM (Eastman et al., 2011).

Autodesk Naviswork adalah perangkat lunak tinjauan proyek yang memberikan kesempatan untuk *combine*

(menggabungkan) dan menganalisis model, serta meningkatkan koordinasi dan komunikasi desain. (Ismail, 2022)

Menurut (Sholeh & Nurdiana, 2021) dalam bukunya mengatakan, *Microsoft Project* adalah suatu program penjadwalan (*schedulling*) yang dapat membantu dalam proses perencanaan, pelaksanaan, sampai dengan evaluasi terhadap pelaksanaan suatu proyek tertentu.

Tujuan dari penelitian ini yaitu mengetahui bentuk permodelan struktur gedung IGD Terpadu RSUP NTB yang dihasilkan dari *Software Autodesk Revit*. Mengetahui bentuk penjadwalan dari penerapan BIM 4D *Autodesk Naviswork* yang diintegrasikan dengan *Microsoft Project*. Membandingkan hasil perhitungan biaya struktur berupa deviasi dari penerapan metode BIM dengan metode konvensional..

METODOLOGI

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan Pada *Autodesk Revit*

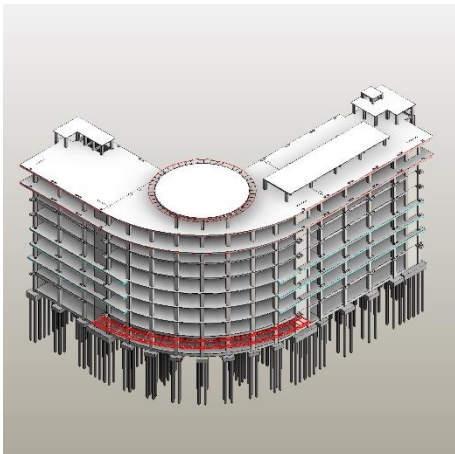
Pemodelan 3D BIM struktur gedung IGD Terpadu RSUP NTB menggunakan *software Autodesk Revit 2021*. Sebelum membuat model struktur, terlebih dahulu melakukan *Set Up New Project* dan

Lokasi penelitian terletak pada Gedung IGD Terpadu Rumah Sakit Umum Provinsi Nusa Tenggara Barat. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder. Data sekunder yang digunakan pada penelitian ini adalah data *shop drawing* dan *bill of quantity* struktur yang mana nantinya digunakan sebagai pedoman untuk pemodelan 3D struktur gedung IGD RSUP Nusa Tenggara Barat. Selain itu juga dibutuhkan data Kurva S proyek sebagai pedoman penyusunan *schedule* dan pemodelan 4D.

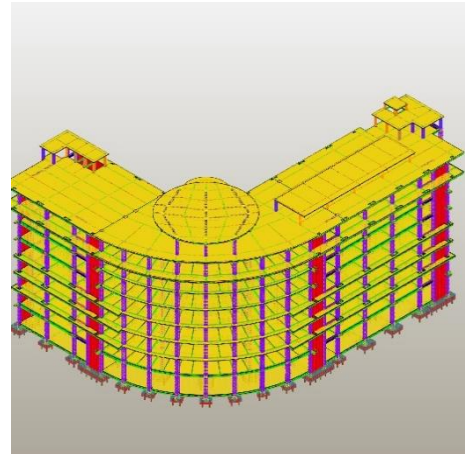
Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah laptop *Asus ZenBook UM431* terinstal *Windows 11 Home Single Language* dan *Software Autodesk Revit 2021*, *Autodesk Naviswork 2021*, *Microsoft Project*. Kemudian dilakukan pengolahan data yang meliputi pemodelan 3D, 4D, dan 5D yang difokuskan pada pekerjaan Struktur Gedung IGD Terpadu Rumah Sakit Umum Provinsi Nusa Tenggara Barat.

Manage Template sesuai dengan parameter tertentu serta sesuai dengan data-data umum proyek, pembuatan *Grid* dan Elevasi, serta memasukkan *file shop drawing* lantai 1 sampai lantai helipad. Setelah itu dilakukan modeling untuk *Family* struktur dikarenakan ada bentuk

komponen yang tidak disediakan pada template dan harus dibuat secara *custom*. Selanjutnya memodelkan bentuk dari struktur bangunan dimulai dari item pekerjaan *spun pile*, *pile cap*, *tie beam*, struktur lantai 1, dan sampai struktur lantai helipad. Setelah itu dilakukan pemodelan penulangan struktur *pile cap*, *tie beam*, kolom, *shear wall*, balok dan plat lantai sesuai dengan detail dari *shop drawing* dan *overlap* ketentuan SNI 2847-2019. Langkah yang terakhir yaitu mengeluarkan *output* berupa *quantity take off* beton dan *bar bending schedule*. Untuk *bar bending schedule* dibuat menggunakan bantuan pihak ketiga berupa *Extension Rebar Schedule* dari OptiBIM. Hasil modeling 3D menggunakan *Autodesk Revit* dapat dilihat pada Gambar 1.



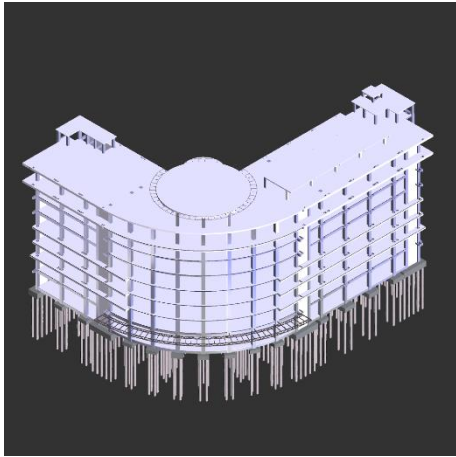
Gambar 1 Hasil Pemodelan 3D Struktur Beton



Gambar 2 Hasil Pemodelan 3D Penulangan

Pemodelan Pada Autodesk Naviswork

Pemodelan BIM yang dilakukan menggunakan *software Autodesk Naviswork* bertujuan untuk mendapatkan model 4D berupa simulasi penjadwalan bertahap sesuai dengan waktu yang ditentukan oleh *schedule Microsoft Project*. Pemodelan dengan *Autodesk Naviswork* diawali dengan membuat *Sets* pada file NWC yang telah di ekspor dari *Autodesk Revit*, setelah itu meng-*import schedule Microsoft Project* ke dalam *Autodesk Naviswork*, setiap komponen struktur *Task Type* diatur menjadi *Construct* dan selanjutnya dilakukan *Attachment* masing-masing komponen sesuai dengan *schedule*. Tahap yang terakhir yaitu melakukan *simulate* terhadap komponen yang telah di attach ke dalam *schedule timeliner*. Hasil modeling menggunakan *Autodesk Naviswork* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Hasil Pemodelan BIM Autodesk Naviswork

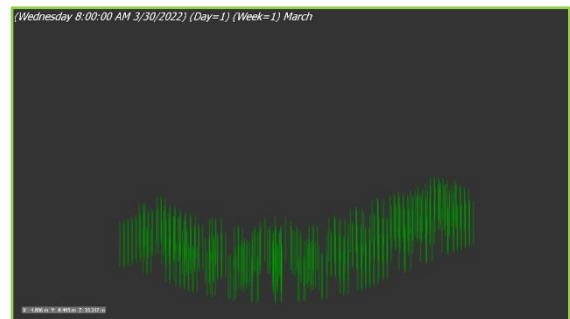
Schedule Struktur Gedung IGD Terpadu RSUP NTB

Penjadwalan pada struktur Gedung IGD Terpadu RSUP NTB dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Project* sebagai *schedule input* untuk *Autodesk Naviswork*. Berdasarkan data *schedule* aktual yang diperoleh dari kontraktor pelaksana, pekerjaan struktur Gedung IGD Terpadu RSUP NTB dilaksanakan dalam kurun waktu 157 hari kerja dan 10 hari libur dimulai pada tanggal 30 Maret 2022 sampai dengan tanggal 13 September 2022.

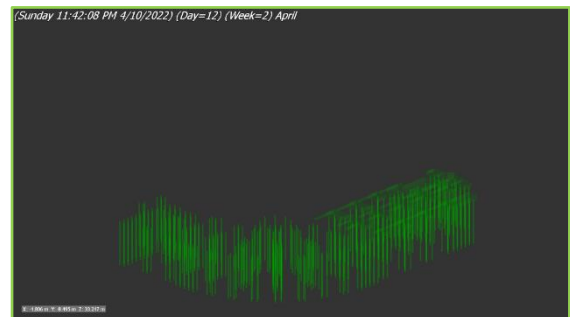
Penerapan BIM 4D

Penerapan BIM 4D dilakukan dengan memberikan visualisasi 4 Dimensi yang merupakan logika visual dengan menampilkan model sesuai dengan tanggal yang sudah di-*input* pada model BIM yang telah dibuat. Penerapan BIM

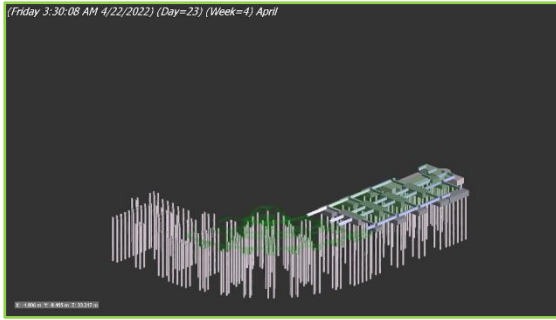
4D ini memungkinkan para kontraktor untuk memvisualisasikan kemajuan kegiatan pekerjaan selama proyek berjalan, sehingga pengawasan jadwal pekerjaan menjadi maksimal. Visualisasi *schedule* pada *Autodesk Naviswork* diperlihatkan dengan dua kondisi gambar yaitu berwarna hijau dan gambar berwarna abu-abu. Gambar berwarna hijau menunjukkan kegiatan pekerjaan sedang dalam tahap pelaksanaan dan gambar berwarna abu-abu menunjukkan pekerjaan telah selesai. Warna yang menunjukkan pekerjaan telah selesai dapat diubah sesuai dengan keinginan pengguna. Hasil dari penerapan BIM 4D dapat dilihat pada Gambar 4-8.



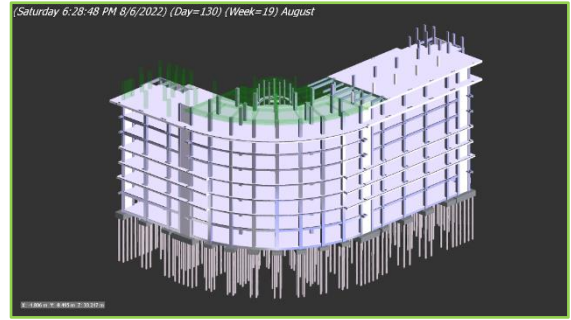
Gambar 4 Visualisasi Periode Maret



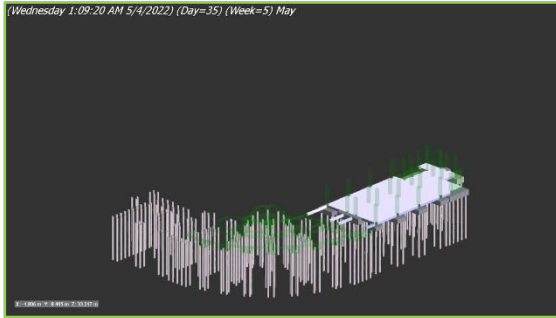
Gambar 5 Visualisasi Periode April



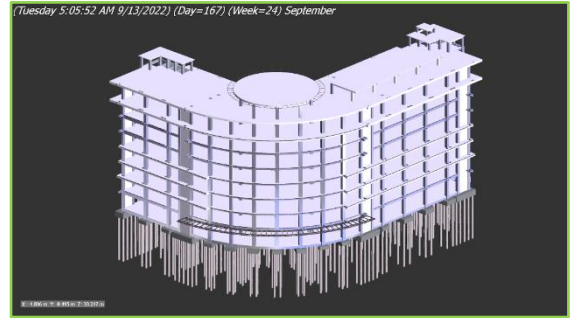
Gambar 5 Visualisasi Periode April



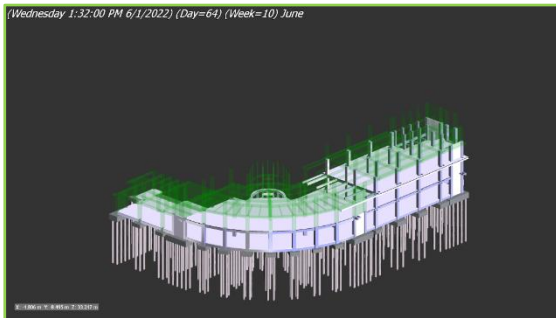
Gambar 9 Visualisasi Periode Agustus



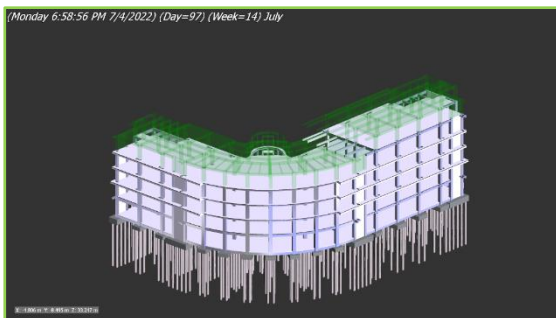
Gambar 6 Visualisasi Periode Mei



Gambar 10 Visualisasi Periode September



Gambar 7 Visualisasi Periode Juni



Gambar 8 Visualisasi Periode Juli

Perbandingan Rencana Anggaran Biaya Konvensional dengan BIM

Berdasarkan pemodelan Gedung IGD Terpadu RSUP NTB yang dilakukan dengan menggunakan *Autodesk Revit*, diperoleh *output* berupa volume dan *bar bending schedule* yang secara lengkap diperlihatkan pada bagian Lampiran. Hasil volume dari *Autodesk Revit* di-import ke dalam *Microsoft Excel* untuk dapat dilakukan perhitungan estimasi biaya. Perbandingan estimasi biaya dilakukan dengan cara membandingkan volume perhitungan konvensional dengan volume yang telah dihasilkan dari *Autodesk Revit*. Setelah itu dikalikan dengan analisa harga satuan yang sudah diberikan oleh pihak kontraktor. Kedua data tersebut akan dihitung nilai deviasi

dari masing-masing item pekerjaan. Berikut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Rekapitulasi Estimasi Biaya dan Rata-rata Deviasi

NO.	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA MANUAL	JUMLAH HARGA BIM REVIT
1	Pekerjaan Struktur Bawah	Rp 3,239,372,926.82	Rp 3,031,560,543.40
2	Lantai Dasar / 1 (EL. -0.05)	Rp 2,483,694,329.56	Rp 2,407,615,063.70
3	Lantai Dua (EL. +4.95)	Rp 2,758,244,134.33	Rp 2,732,904,063.85
4	Lantai Tiga (EL. +9.15)	Rp 2,791,210,088.13	Rp 2,850,452,808.59
5	Lantai Empat (EL. +13.35)	Rp 2,765,022,560.75	Rp 2,798,301,042.11
6	Lantai Lima (EL. +17.55)	Rp 2,762,992,213.70	Rp 2,798,978,986.95
7	Lantai Enam (EL. +21.75)	Rp 2,705,670,671.20	Rp 2,714,039,589.12
8	Lantai Tujuh (EL. +25.95)	Rp 2,721,994,025.80	Rp 2,748,543,218.63
9	Lantai Delapan (EL. +30.15)	Rp 3,150,405,209.19	Rp 3,085,587,678.89
10	Lantai Atap (EL. +35.15)	Rp 2,177,583,559.21	Rp 2,142,485,379.10
11	Lantai Atap Helipad, AHU, & LMR	Rp 721,024,980.29	Rp 707,480,979.17
TOTAL HARGA (Rp.)		Rp 28,277,214,698.99	Rp 28,017,949,353.51
DEVIASI HARGA (Rp.)			Rp. 259,265,345.47
DEVIASI BIM > MANUAL (%)		(TERBESAR)	-6.4 %
DEVIASI MANUAL > BIM (%)		(TERBESAR)	13.3 %

Berdasarkan Tabel 1, diperoleh estimasi biaya pekerjaan yang dihasilkan menggunakan modeling BIM lebih kecil dibandingkan dengan metode konvensional sebesar Rp. 28,277,214,698.99 untuk estimasi biaya perhitungan konvensional dan sebesar Rp. 28,017,949,353.51 untuk estimasi biaya dengan modeling BIM. Sehingga

didapatkan total dari deviasi harga estimasi biaya konvensional dengan estimasi biaya modeling BIM sebesar Rp. 259,265,345.47 dengan persentase sebesar 0.92%

SIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian tentang implementasi BIM (Building Information Modeling) pada Gedung IGD Terpadu RSUP Nusa Tenggara Barat sebagai berikut :

1. Pemodelan dilakukan dengan diawali *Set Up New Project & Manage Template*, selanjutnya modeling *Family* struktur yang tidak sesuai dengan rekomendasi template, modeling struktur bangunan, modeling penulangan struktur, membuat *Output Bar Bending Schedule*, dan ekspor *file Autodesk Revit* menjadi NWC.
2. Penggunaan *Autodesk Naviswork* dalam pembuatan simulasi 3D untuk *schedule* aktual yang sudah diberikan oleh pihak kontraktor berupa daftar item pekerjaan, durasi dan predecessor dengan bantuan *Microsoft Project* yang menghasilkan *schedule* berbentuk video animasi dan foto per periode dengan jumlah total sebanyak 8 periode yang dimulai dari periode

bulan maret sampai dengan bulan september selama 167 hari.

3. Pada penerapan BIM 5D untuk perhitungan anggaran biaya, menghasilkan selisih estimasi biaya anggaran biaya total cenderung lebih kecil yaitu sebesar Rp. 259,265,345.47 dengan persentase

sebesar 0.91%. Memiliki perbandingan total deviasi metode konvensional terbesar yaitu 13.3% pada item pekerjaan pembesian balok lantai 5 dan memiliki deviasi metode BIM terbesar yaitu -6.4% pada item pekerjaan pembesian *pile cap*.

DAFTAR PUSTAKA

- Agung, G., & Putera, A. (2022). *MANFAAT BIM DALAM KONSTRUKSI GEDUNG: SUATU KAJIAN PUSTAKA I*.
- Amalia, A. R. (2011). *STUDI LITERATUR TENTANG PROGRAM BANTU AUTODESK REVIT STRUCTURE*.
- Baskoro, I. A. (2019). *PENERAPAN BUILDING INFORMATION MODELING*.
<http://www.wikagedung.com>
- Berlian P, C. A., & Adhi, R. P. (2016). *PERBANDINGAN EFISIENSI WAKTU, BIAYA, DAN SUMBER DAYA MANUSIA ANTARA METODE BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) DAN KONVENSIONAL (STUDI KASUS: PERENCANAAN GEDUNG 20 LANTAI)* (Vol. 5, Issue 2). Halaman. <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jkts>
- BIMForum. (2019). *BUILDING INFORMATION MODELS LEVEL OF DEVELOPMENT SPECIFICATION*.
www.bimforum.org/lod
- Chou, H. Y., & Chen, P. Y. (2017). *BENEFIT EVALUATION OF IMPLEMENTING BIM IN CONSTRUCTION PROJECT*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 245(6).
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/245/6/062049>
- Diahputri, A. R., & Tata, I. P. (2020). *PERANCANGAN ULANG JADWAL DAN RAB MENGGUNAKAN BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) PADA PROYEK PEMBANGUNAN JALAN TOL BOGOR RING ROAD SEKSI IIIA*.
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). *BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers, and Contractors*.
www.EngineeringBooksPdf.com
- Elisabet, T., Tumbal, F., Windah, R. S., & Mondoringin, M. R. I. A. J. (2019). *PENGARUH SET-BACK PADA TINGKAT TERATAS BANGUNAN BERTINGKAT AKIBAT GEMPA*. *Jurnal Sipil Statik*, 7(Juni), 616–617.
- Ervianto, W. I. (2007). *MANAJEMEN PROYEK KONSTRUKSI*.

- Gazalba, Z. (2005). *MANAJEMEN KONSTRUKSI* (Cetakan pertama). Mataram University Press.
- Ismail, I. (2022). *THE ULTIMATE NAVISWORK FREEDOM USER GUIDE*. 4.
- Krisbandono, A., Agustina, V., & Permana, G. P. (2019). *REKOMENDASI PERCEPATAN IMPLEMENTASI BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) PADA PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR PUPR*.
- Kusumartono, H., Krisbandono, A., Permana, G. P., Andarwati, N., Indraprastha, A., Widyastuti, A. R., Irsan, A., & Rahman, A. (2018). *PANDUAN ADOPTI BIM DALAM ORGANISASI*. Pusat Litbang Kebijakan dan Penerapan Teknologi.
- Nugroho, A., Beeh, Y. R., & Astuningdyas, H. (n.d.). *PERANCANGAN APLIKASI RENCANA ANGGARAN BIAYA (RAB) (STUDI KASUS PADA DINAS PEKERJAAN UMUM KOTA SALATIGA)*.
- PUPR. (2018). *PELATIHAN PERENCANAAN KONSTRUKSI DENGAN SISTEM TEKNOLOGI BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) MODUL 5*. 8–9.
- Rahma, S. (2019). *PERENCANAAN PENJADWALAN DAN PEMODELAN GEDUNG ISDB INTEGRATED LABORATORY FOR PLANT AND NATURAL MEDICINE UNIVERSITAS JEMBER*.
- Ramadiaprani, R. (2012). *APPLICATION OF BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) BY USING TEKLA STRUCTURES 17 SOFTWARE IN THE CONSTRUCTION OF THREE FLOORS BUILDING OF FAHUTAN IPB, BOGOR*.
- Rayendra, & Soemardi, B. W. (2014). *STUDI APLIKASI TEKNOLOGI BUILDING INFORMATION MODELLING UNTUK PRA KONSTRUKSI*.
- Schueller, W. (2001). *Struktur Bangunan Bertingkat Tinggi*.
- Sholeh, M. N., & Nurdiana, A. (2021). *BELAJAR CEPAT MICROSOFT PROJECT 2019*. <https://www.researchgate.net/publication/349296602>
- Undang-undang No 28 Tahun 2002. (n.d.). *UNDANG-UNDANG REPUBLIK INDONESIA NOMOR 28 TAHUN 2002 TENTANG BANGUNAN GEDUNG*.
- Wowor, F. N., Sompie, B. F., Walangitan, & Malingkas, G. Y. (2013). *APLIKASI MICROSOFT PROJECT DALAM PENGENDALIAN WAKTU PELAKSANAAN PEKERJAAN PROYEK*.