

IMPLEMENTASI BIM 4D DAN 5D DALAM PERENCANAAN PEMBANGUNAN APARTEMEN LRT CITY CIBUBUR

Daffaulhaq¹, Devi Zettyara²

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email : daffaulhaq1234@gmail.com¹, devizett@polinema.ac.id²

ABSTRAK

Proyek Apartemen LRT City Cibubur seluas 2.110,02 m² menghadapi permasalahan serius dalam estimasi biaya dan pengendalian jadwal. Pada pihak pemilik proyek, tim estimator internal masih mengandalkan metode konvensional yang tidak terintegrasi, sehingga akurasi hasil perhitungan sering diragukan. Kondisi tersebut berdampak pada keterlambatan jadwal proyek, terutama akibat terbatasnya informasi dalam melacak lintasan kritis. Untuk memverifikasi perhitungan, pemilik proyek terpaksa menyewa konsultan Quantity Surveyor, yang tidak hanya menimbulkan biaya tambahan tetapi juga berpotensi menimbulkan perbedaan hasil antara tim internal dengan pihak konsultan. Penelitian ini bertujuan untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan menerapkan Building Information Modeling (BIM) 4D dan 5D menggunakan perangkat lunak Autodesk Revit, Navisworks, CellBIM, dan Microsoft Project. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan BIM 4D mampu mempercepat durasi proyek menjadi 712 hari, atau 19 hari lebih singkat dibanding metode konvensional yang membutuhkan 731 hari. Sementara itu, penerapan BIM 5D menghasilkan Rencana Anggaran Biaya sebesar Rp111,53 miliar, lebih rendah Rp3,45 miliar dengan deviasi 2,997% dibandingkan perhitungan tanpa BIM. Integrasi data biaya dan waktu melalui BIM mempermudah proses verifikasi, meningkatkan efisiensi, serta mengurangi ketergantungan terhadap konsultan eksternal. Secara keseluruhan, BIM 4D dan 5D terbukti memperbaiki akurasi biaya, mempercepat jadwal, dan memperkuat posisi pemilik proyek dalam pengambilan keputusan.

Kata kunci : BIM 4D, BIM 5D, estimasi biaya, penjadwalan proyek, lintasan kritis, Cellbim.

ABSTRACT

The LRT City Cibubur Apartment project, covering an area of 2,110.02 m², encounters significant challenges in both cost estimation and schedule control. From the owner's perspective, the internal estimator team continues to rely on conventional, non-integrated methods, which often produce questionable accuracy. As a consequence, the project schedule frequently experiences delays, particularly due to the limited availability of information for tracking the critical path. This condition obliges the project owner to hire external Quantity Surveyor consultants for verification purposes, which not only increases project costs but also creates potential discrepancies between the calculations of the internal team and those of the consultants. To address these issues, this study applied Building Information Modeling (BIM) 4D and 5D by utilizing Autodesk Revit, Navisworks, CellBIM, and Microsoft Project. The implementation of BIM 4D shortened the project duration to 712 days, which is 19 days faster compared to the conventional method (731 days). Furthermore, BIM 5D produced a cost estimate of IDR 111.53 billion, which is IDR 3.45 billion lower, representing a deviation of 2.997% compared with the conventional approach. The integration of cost and schedule data through BIM provides more accurate verification, enhances efficiency, and reduces dependence on external consultants. Overall, BIM 4D and 5D strengthen the owner's ability to manage decision-making effectively.

Keywords : 4D BIM, 5D BIM, cost estimation, project scheduling, critical path, Cellbim.

1. PENDAHULUAN

Industri konstruksi di Indonesia masih banyak menggunakan metode konvensional dalam perencanaan biaya dan penjadwalan proyek. Hal ini menimbulkan sejumlah kendala, seperti keterlambatan pekerjaan, inefisiensi biaya, serta kesulitan dalam memantau progres secara real time. Menurut penelitian sebelumnya, ketidakakuratan estimasi biaya dapat mencapai deviasi lebih dari 5%, sementara keterlambatan proyek umumnya berkisar antara 10–20% dari total durasi rencana [1]. Untuk mengatasi permasalahan tersebut, Building Information Modeling (BIM) menawarkan solusi inovatif. BIM 4D memungkinkan integrasi model 3D dengan penjadwalan proyek, sedangkan BIM 5D menambahkan dimensi estimasi biaya [2]. Integrasi ini memungkinkan simulasi konstruksi secara virtual sehingga konflik desain dapat diminimalisasi sejak dini, sementara perencanaan anggaran dapat diperbarui secara otomatis mengikuti perubahan desain [3]. Pada proyek Apartemen LRT City Cibubur, keterlambatan progres dan ketidaksesuaian estimasi biaya menjadi isu utama. Oleh karena itu, penelitian ini berfokus pada penerapan BIM 4D dan 5D untuk meningkatkan akurasi estimasi biaya serta efektivitas perencanaan waktu. BIM 5D mampu meningkatkan akurasi manajemen biaya secara signifikan pada proyek konstruksi [4].

WBS (Work Breakdown Structure)

Work Breakdown Structure (WBS) merupakan metode yang sangat tepat untuk mengidentifikasi aktivitas atau kegiatan dalam suatu proyek. Aktivitas-aktivitas tersebut dapat dikelompokkan berdasarkan hierarki tertentu secara logis, sehingga dapat dilimpahkan kepada pihak atau tenaga kerja yang bertanggung jawab untuk melaksanakannya [5]. bahwa pemecahan struktur pekerjaan yang jelas mempermudah koordinasi antar tim dan meminimalkan risiko terjadinya duplikasi pekerjaan. Selain itu, Pusdiklat SDA dan Konstruksi [6] menegaskan bahwa penyusunan WBS yang terintegrasi dengan Building Information Modeling (BIM) memungkinkan proses perencanaan dan pengendalian proyek berjalan lebih efektif.

Dalam penyusunannya, terdapat beberapa faktor yang perlu dipertimbangkan, di antaranya:

1. Pembagian area kerja yang terpisah (zona).
2. Pengelompokan tersendiri untuk tenaga kerja, peralatan, serta material.
3. Klasifikasi subdivisi tugas pekerjaan berdasarkan rincian pekerjaan.

BIM (Building Information Modeling)

Perkembangan terbaru, seperti integrasi CellBIM ke dalam Microsoft Excel, memperluas fungsionalitas BIM dalam manajemen data proyek (Khemlani, 2022) [7].

BIM menyatukan beragam informasi penting dalam satu sistem yang komprehensif yang dapat memudahkan para pelaku konstruksi untuk berkolaborasi dengan para stakeholders.

Perkembangan terbaru, seperti integrasi CellBIM ke dalam Microsoft Excel, memperluas fungsionalitas BIM dalam manajemen data proyek [8]. BIM menyatukan berbagai informasi penting dalam satu sistem komprehensif sehingga memudahkan kolaborasi antar pemangku kepentingan proyek [9]. Meskipun demikian, adopsi BIM di Indonesia masih terkendala rendahnya pemahaman teknis dan dominasi metode konvensional berbasis CAD. Padahal, perbedaan mendasar antara BIM dan CAD justru menunjukkan keunggulan BIM dalam akurasi data, deteksi konflik otomatis, dan visualisasi yang lebih baik [7].:

Gambar 2.1 Model Dimensi dalam BIM



Sumber : Ali Aryo Bawono, 2023

1. Pemodelan 3D yang dihasilkan lebih komprehensif
2. Manajemen data yang akurat
3. Deteksi konflik secara otomatis
4. Visualisasi yang lebih baik

BIM 4D (Time Dimension)

BIM 4D menambahkan dimensi waktu ke dalam model 3D. Dengan mengintegrasikan jadwal proyek (misalnya dari Microsoft Project) ke model BIM, dapat dilakukan simulasi visualisasi konstruksi secara dinamis, yang mempermudah identifikasi jalur kritis dan potensi keterlambatan [2].

BIM 5D (Cost Dimension)

BIM 5D menambahkan dimensi biaya ke dalam model 4D, sehingga setiap perubahan desain secara otomatis memengaruhi estimasi anggaran. BIM 5D mampu meningkatkan akurasi manajemen biaya secara signifikan pada proyek konstruksi [4].

Metode Pelaksanaan

Model optimasi berbasis algoritma genetika dengan BIM telah dikembangkan untuk mempercepat penjadwalan proyek dan mengoptimalkan biaya [9]. Implementasi BIM 5D pada proyek rumah sakit juga memberikan hasil positif terhadap efisiensi biaya dan pengendalian jadwal. Pelaksanaan

konstruksi di proyek rekonstruksi jembatan di Palu, metode pelaksanaan sangat memengaruhi kinerja waktu proyek—bahkan faktor material terbukti memiliki dampak signifikan terhadap ketepatan jadwal [10]. Hal ini mengindikasikan bahwa dalam merancang metode pelaksanaan, beberapa faktor penting yang perlu diperhatikan meliputi biaya, waktu, teknologi yang tersedia, kondisi lahan, serta pengalaman proyek sejenis, mengingat peran sentral mereka terhadap efisiensi waktu dan kualitas pekerjaan.

Penjadwalan

Efektivitas BIM dalam analisis waktu dan biaya pada proyek gedung kampus [11]. Dalam suatu proyek konstruksi, perencanaan urutan kegiatan memiliki peran penting agar penyelesaian proyek sesuai jadwal serta biaya dapat dikendalikan dengan baik. Sebagai contoh, penggunaan metode PERT dalam bidang konstruksi terbukti memberikan pengaruh positif terhadap percepatan pelaksanaan pekerjaan sekaligus meningkatkan efisiensi biaya. Setiap aktivitas dalam jadwal tersebut harus dilaksanakan sesuai rencana untuk memastikan keberhasilan waktu dan kontrol biaya proyek secara optimal.

Estimasi Biaya

Estimasi secara umum merupakan usaha untuk menilai atau memperkirakan suatu nilai berdasarkan hasil analisis perhitungan yang didukung oleh pengalaman sebelumnya. Estimasi biaya didefinisikan sebagai proses penentuan jumlah biaya yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu kegiatan atau pekerjaan sesuai dengan persyaratan atau kontrak. Dalam konteks proyek konstruksi, estimasi biaya berperan penting untuk:

1. Mendukung pengambilan keputusan yang tepat.
2. Menyusun jadwal pelaksanaan pekerjaan secara efektif.
3. Menentukan kelayakan suatu proyek untuk dilaksanakan.

Estimasi biaya yang presisi menjadi faktor kunci dalam menentukan keberhasilan proyek secara keseluruhan. Pemanfaatan teknologi Building Information Modeling (BIM) 5D memungkinkan peningkatan akurasi perhitungan melalui integrasi data kuantitas pekerjaan (QTO) dan jadwal secara real-time, sehingga dapat mengurangi potensi penyimpangan anggaran. Optimalisasi perhitungan RAB dengan Revit juga terbukti dapat meningkatkan akurasi perhitungan biaya pada proyek konstruksi [12]. Estimasi biaya proyek harus mempertimbangkan gambar kerja, RAB, serta daftar pekerjaan agar hasilnya valid dan akurat [13].

2. METODE

Proyek Pembangunan Apartemen LRT City Cibubur dengan luas lahan sebesar 2.110,22 m² dan dengan luas bangunan

sebesar 319.431,05 m² yang berlokasi di Jl. Kesuma Puri Raya No. 23, Cibubur, Jawa Barat.



Gambar 3.1 Lokasi Proyek Pembangunan
Sumber : Google Earth

Data Umum

Apartemen ini dikembangkan oleh PT. Adhi Commuter Properti untuk memenuhi kebutuhan pasar hunian vertikal. Proyek ini juga bertujuan memanfaatkan peluang yang ada dalam sektor properti.

Data Umum yang diperlukan dalam penulisan ini adalah

1. DED (Detail Engineering Design).
2. Spesifikasi Teknis
3. Data Kontrak berisi jadwal dan nilai kontrak
4. Bill of Quantity Gedung Apartemen LRT City Cibubur

Tahap Analisis Data

Berikut ini merupakan diagram alir dalam penyusunan perencanaan *Building Modeling Information* Perencanaan pekerjaan struktur dengan implementasi BIM 4D dan 5D adalah perencanaan yang didukung oleh software berbasis BIM dengan 4D dan 5D. BIM disini berperan dalam penjadwalan dan perhitungan kuantitas.

1. Penyusunan WBS
Mengidentifikasi dan mengelompokkan pekerjaan proyek secara sistematis, difokuskan pada struktur bawah, struktur atas, dan pondasi, untuk memastikan pekerjaan sesuai ruang lingkup serta mempermudah perencanaan, penjadwalan, dan pengendalian.
2. Pembagian Ruang Lingkup Pekerjaan
Mengatur pembagian area kerja, zona, dan klasifikasi pekerjaan untuk memudahkan distribusi tugas dan pemantauan pelaksanaan.
3. Penentuan Metode Pelaksanaan
Menyusun urutan logis pekerjaan dan pendekatan teknis yang sesuai dengan hasil WBS, guna mendukung efisiensi durasi dan penggunaan sumber daya.
4. Penerapan BIM 3D

Membuat model digital bangunan di Autodesk Revit untuk memvisualisasikan elemen proyek sekaligus menyimpan data kuantitatif yang akurat.

5. Clash Detection

Mengidentifikasi potensi konflik antar elemen bangunan di Navisworks Manage sebelum pelaksanaan, untuk mencegah hambatan di lapangan.

6. Penyusunan Penjadwalan BIM 4D

Mengintegrasikan model 3D dengan data waktu untuk mensimulasikan urutan pekerjaan secara visual dan mendeteksi potensi keterlambatan.

7. Analisis Durasi dan Ketergantungan Aktivitas
Menentukan waktu pelaksanaan tiap pekerjaan berdasarkan QTO dan metode pelaksanaan, serta mengidentifikasi jalur kritis proyek.

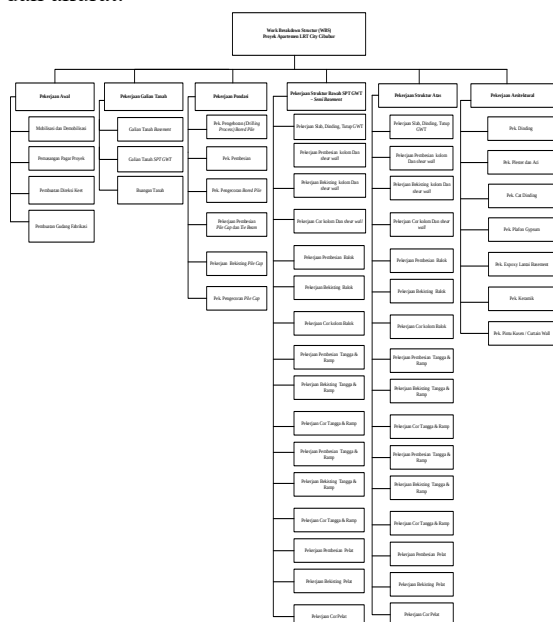
8. Penyusunan RAB dengan BIM 5D

Menggunakan CellBIM untuk menggabungkan data QTO dengan harga satuan AHSP, menghitung anggaran secara otomatis, presisi, dan real-time, sehingga mempercepat penyusunan anggaran dan mengurangi risiko kesalahan.

3. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

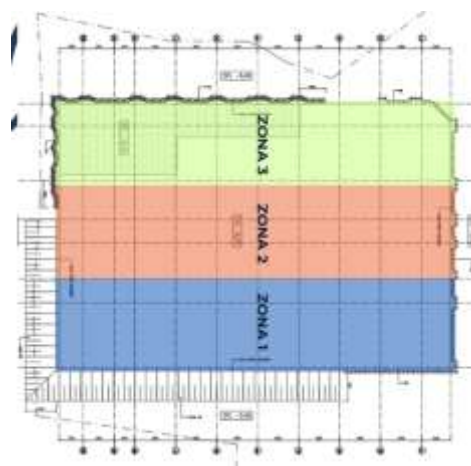
(WBS) Work Breakdown Structure

Penyusunan WBS (Work Breakdown Structure) bertujuan untuk mengurai kompleksitas menyeluruh proyek menjadi komponen terkelola. WBS juga memiliki fungsi menguraikan setiap kerangka kerja menjadi lebih sistematis, hal ini memungkinkan tim memahami dan mengimplementasikan pekerjaan utama maupun sub item pekerjaan proyek secara jelas dan akurat.

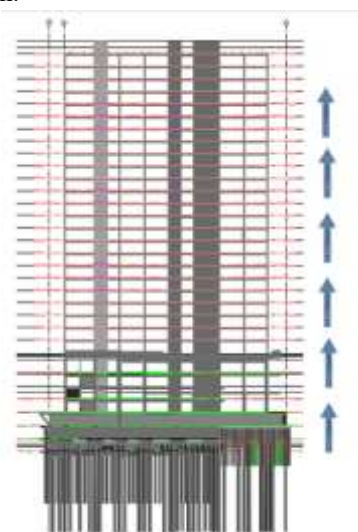


Gambar 4.1 Work Breakdown Structure Strategi dan Metode Pelaksanaan

Strategi pelaksanaan disusun bertujuan untuk mengambil kebijakan dan langkah yang efisien berdasarkan bentuk geografis lokasi proyek dan juga luasan bangunan. Dengan disusunnya strategi pelaksanaan maka akan berpengaruh pada durasi dan juga anggaran biaya suatu proyek. Dalam menyusun strategi pelaksanaan, penulis menggunakan strategi zona. Dengan rincian membagi 3 zona yaitu Zona 1, Zona 2 dan 3



Gambar 4.2 Pembagian Zona Pekerjaan Pada Proyek
Metode pelaksanaan proyek yang diambil dari proyek Pembangunan Apartemen LRT City Cibubur adalah *metode bottom-up*. Metode ini dipakai berdasarkan bentuk dan letak dari bangunan.



Gambar 4.3 Metode Bottom-up Permodelan 3D Dengan Revit

Dalam pemodelan 3D untuk Apartemen LRT City Cibubur, peneliti memanfaatkan Autodesk Revit. Pemodelan 3D menggunakan Autodesk Revit menghasilkan gambar Detail Engineering Design (DED) yang dapat digunakan sebagai Shop Drawing selama pelaksanaan proyek. Tahapan pemodelan dimulai dengan pekerjaan persiapan, dilanjutkan

dengan pekerjaan struktur, diikuti pemodelan 3D arsitektur, dan terakhir pemodelan 3D MEP. Berikut ini merupakan contoh dari hasil pemodelan 3D :

1. Pemodelan 3D



Gambar 4.4 Pemodelan 3D Bangunan

2. Rekap Kuantitas

Tabel 4.1 Rekap Kuantitas

Kelompok Pekerjaan	Jenis Pekerjaan	Volume / Jumlah	Satuan
Pekerjaan Persiapan	Pembersihan lahan	2508.89	m ²
	Pemasangan pagar proyek	233.4	meter
	Direksi keet	36.86	m ³
	Gudang fabrikasi	82.4	m ³
Pekerjaan Tanah	Galian tanah hingga basement	16305.25	m ³
	Galian lanjutan hingga GWT	2938.17	m ³
	Buangan tanah	19243.42	m ³
Pekerjaan Struktur	Pembesian	2239346.19	kg
	Bekisting multiplek	22782.81	m ²
	Beton ready mix f'c 35	15096.38	m ³
	Beton ready mix f'c 30	445.85	m ³
Pekerjaan Arsitektur	Total elemen dinding	33014.37	m ²
	Total elemen lantai	29216.98	m ²
	Pintu terpasang	2119	unit
	Jendela terpasang	775	unit

3. Clash Detection

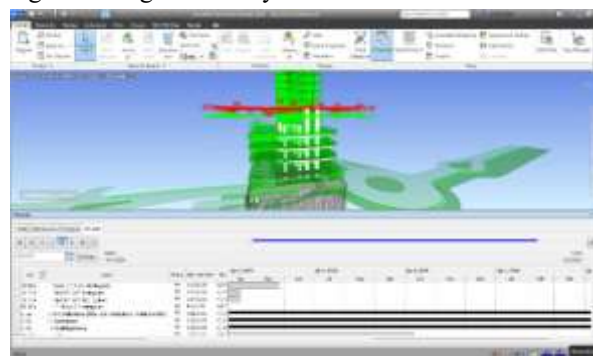
Tabel 4.2 Clash Detection MEP,ARS,STR

N o.	GAMBAR CLASH	KATEGOR I	SOLUSI
1.		Pipa dengan kolom praktis	Penggamban ulang rute pipa air bersih pada gambar rencana

2.		Pipa dengan dinding bata	Pemberian notasi ulang dengan menaikkan elevasi dari pipa pada gambar rencana
----	--	--------------------------	---

Durasi Pekerjaan

Estimasi durasi pekerjaan merupakan proses untuk memperkirakan waktu yang diperlukan dalam menyelesaikan tugas atau proyek tertentu. Langkah ini bertujuan memastikan bahwa semua aktivitas dapat diselesaikan sesuai jadwal yang direncanakan. Dalam proses ini, estimasi dilakukan dengan mempertimbangkan volume pekerjaan yang telah dihasilkan secara otomatis melalui pemodelan 3D yang dirancang sebelumnya.



Diketahui hasil perhitungan durasi dari *software* Microsoft Project yaitu selama 712 hari, dimana hasil perhitungan dihubungkan dengan *software* Autodesk Navisworks untuk melihat visualisasi pelaksanaan pekerjaan.

Cek Jadwal Pekerjaan

Hasil analisis durasi pekerjaan pada proyek Apartemen LRT City Cibubur menunjukkan adanya efisiensi waktu yang signifikan setelah penerapan metode Building Information Modeling (BIM). Dengan menggunakan Autodesk Revit dan Navisworks, proses perencanaan dan penjadwalan proyek menjadi lebih terintegrasi dan terkontrol. Berdasarkan simulasi penjadwalan 4D yang dilakukan, durasi pelaksanaan proyek setelah penerapan BIM tercatat berlangsung selama 712 hari, terhitung sejak tanggal 1 Januari 2024 hingga 12 Desember 2025. Jika dibandingkan dengan durasi rencana awal yang menggunakan metode konvensional selama 731 hari (hingga 31 Desember 2025), terjadi percepatan waktu penyelesaian proyek sebesar 19 hari.

Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Menyusun Analisa Harga Satuan Pekerjaan (AHSP)

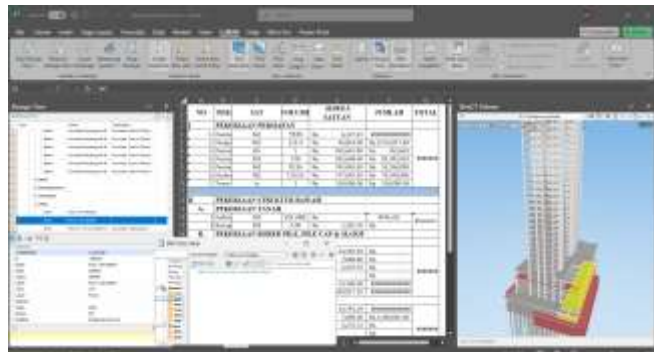
Berikut ini contoh perhitungan analisa harga satuan pekerjaan 1 m2 bekisting multiplek :

Tabel 4.3 AHSP 1 m2 Pekerjaan Besi

No	URAIAN PEKERJAAN	SAT	KOEF	HARGA SATUAN	JUMLAH HARGA
A.	Tenaga Kerja				
	Pekerja	OH	0,0016	Rp 188.834	Rp 294,13
	Kepala Tukang	OH	0,00016	Rp 199.782	Rp 31,97
	Tukang Besi	OH	0,0016	Rp 183.834	Rp 294,13
	Mandor	OH	0.00016	Rp 211.379	Rp 33.82
Jumlah Harga Tenaga Kerja					Rp. 654.05
B.	Bahan				
	Besi Beton	Kg	1.02	Rp 15.175	Rp 15.478
	Kawat Beton	Kg	0.015	Rp 28.718	Rp 430,77
Jumlah Harga Bahan					Rp 15.908
C.	Peralatan				
	Bar Cutter	Hari	0.04	Rp 198.782	Rp 7.591
	Bar Bending	Hari	0.04	Rp 198.782	Rp 7.591
Jumlah Harga Peralatan					Rp 15.902
D.	Jumlah Harga (A+B+C)				Rp 32.465
E.	Biaya Umum dan Keuntungan (10%-15%) x D				Rp 3.571
					Rp 36.0371

Menyusun Rencana Anggaran Biaya

Berikut adalah contoh RAB dengan integrasi *software* Autodesk Revit menggunakan CellBIM



Gambar 4.5 RAB CellBIM

1. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

Berikut adalah rekapitulasi rencana anggaran biaya proyek Pembangunan Apartemen LRT City Cibubur.

Tabel 4.4 Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

REKAPITULASI BIAYA RAB		
NO	URAIAN PEKERJAAN	JUMLAH HARGA
1	PEKERJAAN PERSIAPAN	Rp485,767,410.74
2	PEKERJAAN GALIAN	Rp5,209,544,468.38
3	PEKERJAAN STRUKTUR	Rp69,260,345,060.92
4	PEKERJAAN ARSITEKTUR	Rp36,574,248,214.14
TOTAL		Rp111,529,905,154.18

Cek Hasil RAB BIM

Diketahui hasil perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Proyek sebesar Rp114.975.141.018,40, sedangkan hasil perhitungan Rencana Anggaran Pelaksanaan berdasarkan pemodelan 3D menggunakan *software* Autodesk Revit menunjukkan nilai yang lebih rendah, yaitu sebesar Rp111.529.905.154,18. Dengan demikian, terdapat selisih biaya sebesar Rp3.445.235.864,22 atau mengalami deviasi sebesar 2,997% dibandingkan metode perhitungan tanpa menggunakan BIM. Selisih Biaya = Biaya Rencana Owner – RAB Rencana BIM = Rp 114.975.141.018,40 – Rp111,529,905,154.18 = Rp3.445.235.864,22 (Deviasi 2,997%)

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Sejalan dengan penelitian yang menegaskan efektivitas BIM dalam analisis penjadwalan dan biaya proyek struktural (14), penelitian ini juga menghasilkan beberapa kesimpulan. Berdasarkan skripsi berjudul 'Implementasi BIM 4D dan 5D dalam Perencanaan Pembangunan pemban Apartemen LRT City Cibubur', dapat dirangkum bahwa pemodelan BIM 3D melalui perangkat lunak Autodesk Revit mampu memberikan visualisasi bangunan secara detail serta menghasilkan data quantity take-off. Data tersebut menjadi acuan dalam perhitungan durasi pekerjaan yang digunakan untuk penyusunan jadwal proyek.

1. WBS Proyek disusun sistematis dalam lima kelompok utama: pekerjaan awal, struktur bawah, struktur atas, dan arsitektural. Struktur ini mempermudah kontrol jadwal, biaya, dan kualitas, serta menjadi dasar penerapan BIM lanjutan.
2. Metode Bottom-Up adalah metode paling memungkinkan dalam pelaksanaan Pembangunan karena faktor tanah dan situasi di existing.
3. Hasil BIM 3D menghasilkan volume pekerjaan otomatis, seperti pembersihan lahan 2.508,89 m², galian 19.243,42 m³, pembesian 2.239.346,19 kg, beton 15.096,38 m³, dinding 33.014,37 m², lantai 29.216,98 m², 2.119 pintu, dan 775 jendela, yang mendukung estimasi waktu dan biaya proyek.
4. BIM 4D mengefisienkan jadwal proyek menjadi 712 hari, lebih cepat 19 hari dari metode konvensional (731 hari), dengan visualisasi jadwal yang lebih akurat dan validasi antar disiplin.
5. BIM 5D melalui Revit dan CellBIM menghasilkan RAB Rp111,53 miliar, lebih hemat Rp3,45 miliar (deviasi 2,997%) dari metode konvensional, berkat integrasi data dan visualisasi anggaran yang detail dan akurat.

Saran

Berdasarkan hasil keseluruhan penyusunan skripsi yang berjudul “Implementasi *BIM* 4D dan 5D dalam Perencanaan Pembangunan Struktur Apartemen LRT City Cibubur”, terdapat beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk pengembangan dan penerapan metode serupa pada penelitian maupun proyek berikutnya, antara lain sebagai berikut:

1. Dalam penggunaan Autodesk Revit, sebaiknya dibuat partisi khusus pada pemodelan elemen tulangan untuk mempermudah pembagian zona, sehingga saat proses penjadwalan atau material take-off, komponen tulangan dapat terdeteksi secara langsung dan dihitung lebih akurat.
2. Dalam Penggunaan integrasi *BIM* 5D menggunakan integrasi CellBIM dan Revit diharuskan revit mempunyai phase demolished dan phase created berbeda, agar cellBIM bisa mendeteksi semua file yang ada di revit.
3. Pada integrasi *Shared BIM*, perlu diperhatikan potensi permasalahan data tidak terbaca, atau hasil pembacaan yang berbeda antara *Quantity Take-off* atau *Schedule*. Metode *Quantity Take-off* pada cellbim yang terhubung dengan revit lebih sesuai digunakan pada pekerjaan kuantitas arsitektural, galian, dan volume struktur, dan pekerjaan persiapan sementara untuk penulangan disarankan tetap menggunakan Revit sebagai acuan utama estimasi volume agar hasil lebih konsisten.
4. Untuk penelitian berikutnya, disarankan melakukan kajian lebih mendalam dengan menggunakan perangkat lunak CostOS produksi Nomitech, yang memiliki kapabilitas integrasi 5D *BIM* lebih lengkap dalam estimasi biaya, perhitungan kuantitas, dan pengendalian anggaran proyek secara terintegrasi. Dengan demikian, hasil penelitian mendatang diharapkan dapat melengkapi temuan sebelumnya dan memberikan kontribusi yang lebih luas dalam pengembangan sistem manajemen biaya berbasis *BIM*.

DAFTAR PUSTAKA

- 1) [1] Amalina, F., & Vendie, A. (2022). Analisis biaya dan waktu proyek menggunakan *BIM* 5D. *Jurnal RAB Construction Research*, 7(2), 127–135.
- 2) [2] Castollani, A., Puro, S., & Lesmana, M. (2020). Analisis biaya dan waktu pada proyek apartemen dengan metode earned value concept. *Jurnal Rekayasa Konstruksi Mekanika Sipil*, 3(1), 45–52.
- 3) [3] Sacks, R., Eastman, C., Lee, G., & Teicholz, P. (2018). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, designers, engineers, contractors, and facility managers* (3rd ed.). Wiley.
- 4) [4] Eldin, A. M. S., Hassan, R., & Omar, T. (2024). Enhancing cost management in construction: The role of 5D building information modeling (*BIM*). *Engineering Research Journal*, 183(3), C165–C175.
- 5) [5] Mustafa, H., Mohd-Rahim, F. A., & Lee, C.-K. (2023). The role of 5D building information modelling in construction project cost management: An overview and future directions. *Journal of Project Management Practice*, 3(1), 95–112.
- 6) [6] Pusdiklat SDA dan Konstruksi. (2018). Modul building information modeling (*BIM*). Kementerian PUPR.
- 7) [7] Khemlani, L. (2022, May 18). CellBIM: *BIM* inside Excel. AECbytes Blog. <https://www.aecbytes.com/blog/2022/CellBIM.html>
- 8) [8] Kwofie, T. E., Aigbavboa, C., & Baiden-Amisshah, A. (2020). Ontology of the communication performance prospects of *BIM* adoption among project teams. *Journal of Construction in Developing Countries*, 25(1), 21–43.
- 9) [9] He, W., Shi, Y., & Kong, D. (2019). Construction of a 5D duration and cost optimisation model based on genetic algorithm and *BIM*. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 17(5), 929–942.
- 10) [10] Maulana, M. F. (2023). Penerapan Building Information Modeling pada penjadwalan proyek Elevee Penthouse & Residence Alam Sutera Tangerang (Tesis, Politeknik Negeri Jakarta). Repositori Politeknik Negeri Jakarta.
- 11) [11] Irawan, D. O. P., Trisiana, A., & Sukmawati, S. (2021). Penerapan Building Information Modeling (*BIM*) dalam analisis waktu dan anggaran biaya struktur dan arsitektur (Studi kasus: Gedung Fakultas Ilmu Komputer Universitas Jember). *Journal of Applied Civil Engineering and Infrastructure Technology*, 2(1), 35–39. <https://doi.org/10.52158/jaceit.v2i1.178>
- 12) [12] Pamungkas, A. P. (2022). Analisis optimalisasi perhitungan RAB menggunakan Revit (Studi kasus pembangunan Gedung Bank BRI Jl. Sisingamangaraja, Medan Kota) (Skripsi, Universitas Medan Area). Repositori Universitas Medan Area.
- 13) [13] Susanti, E. (2019). Rencana anggaran biaya proyek konstruksi. Yogyakarta: Andi.
- 14) [14] Fahreza, M. R. B., Zettyara, D., & Sutikno, S. (2025). Analisis penjadwalan dan biaya berbasis *BIM* pada pekerjaan struktural pembangunan Gedung Rumah Sakit Kota Kediri. *Jurnal Online Skripsi Manajemen Rekayasa Konstruksi (JOS-MRK)*, 6(1), 111–119.