

**STUDI EFISIENSI VOLUME MATERIAL DAN ESTIMASI
BIAZA BANGUNAN MENGGUNAKAN BIM 5D DENGAN
SOFTWARE TEKLA STRUCTURES**
**(Studi Kasus Pembangunan Gedung Perpustakaan
Desa Gunung Rajak)**

M. Ramdani Novaldi^{1,*), Hafiz Hamdani^{1), Ahmad Zarkasi¹⁾}}

¹⁾*Program Studi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Mataram*

Jl. KH Ahmad Dahlan No.1 Pagesangan, Mataram, Indonesia

^{*}*Correspondent Author: mramdaninovaldi@gmail.com*

Abstract

Efforts to improve the efficiency of planning and cost control in small- to medium-scale construction projects in rural areas, the digital approach through Building Information Modeling (BIM) 5D offers a promising alternative. This study aims to analyze the efficiency of material volume and cost estimation using the BIM 5D-based software Tekla Structures, with a case study on the construction project of the Gunung Rajak Village Library Building, Sakra Barat District, East Lombok Regency. The secondary data used include Shop Drawings and the Bill of Quantities (BoQ) obtained from the implementing contractor. The structural modeling was carried out using Tekla Structures to automatically generate estimates of concrete volume and reinforcement weight, which were then compared with conventional methods to measure differences and efficiency. The analyzed structural elements include foundations, tie beams, columns, beams, floor slabs, and the roof. The results show that the use of BIM 5D produces more accurate volume and cost estimations and accelerates the calculation process. The differences in concrete volume reached 18.14%, reinforcement weight 3.05%, and roof volume 9.53%, while cost efficiency was around 14.8% compared to the conventional method. These findings indicate that the implementation of BIM 5D has the potential to improve material and budget efficiency, although its application in rural areas still faces technical and human resource constraints.

Keywords: *BIM 5D, Tekla Structures, material volume, cost estimation, efficiency, rural project.*

PENDAHULUAN

Estimasi biaya dalam proyek konstruksi adalah proses perhitungan dan perencanaan terhadap seluruh pengeluaran yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu proyek, mulai dari pekerjaan awal hingga akhir (Ali dkk., 2022). Estimasi yang akurat sangat penting untuk menentukan kelayakan proyek, menetapkan anggaran, dan

mencegah pembengkakan biaya (*overbudget*) selama proses pelaksanaan (Saputra & Hidayat, 2021).

Perkembangan teknologi digital di bidang konstruksi telah menghadirkan sebuah pendekatan inovatif yang dikenal sebagai *Building Information Modeling* (BIM). BIM adalah sistem berbasis model tiga dimensi (3D) yang dapat terintegrasi

dengan dimensi waktu (4D) dan biaya (5D), sehingga memungkinkan proses visualisasi, simulasi, serta perhitungan volume dan biaya proyek secara lebih akurat dan efisien. Salah satu perangkat lunak yang banyak digunakan dalam penerapan BIM adalah *Tekla Structures*, yang memungkinkan pemodelan elemen struktur secara detail dan terintegrasi. Melalui sistem pemodelan digital ini, setiap perubahan desain dapat diperbarui secara otomatis sehingga volume material dan biaya dapat dihitung kembali secara cepat, tepat, dan konsisten (Farizwan dkk., 2024). Dengan demikian, penerapan BIM 5D pada proyek konstruksi tidak hanya meningkatkan efisiensi operasional, tetapi juga meminimalkan potensi kesalahan dalam perhitungan volume pekerjaan maupun estimasi biaya keseluruhan proyek.

Meskipun *Building Information Modeling* (BIM) telah mulai diadopsi dalam berbagai proyek konstruksi berskala besar seperti pembangunan jalan tol dan gedung pemerintahan, penerapannya secara menyeluruh dalam industri konstruksi masih menghadapi sejumlah tantangan. Padahal, setiap proyek pembangunan infrastruktur memerlukan pendekatan perencanaan yang efisien, akurat, dan terintegrasi guna mendukung peningkatan kualitas hasil pekerjaan serta pemanfaatan sumber daya yang optimal. Pendekatan berbasis BIM diyakini mampu menjawab kebutuhan tersebut melalui kemampuan pemodelan digital yang mendukung visualisasi detail, perhitungan volume material, serta estimasi biaya secara

lebih presisi dibandingkan metode konvensional (Fazeli dkk., 2021).

Pelaksanaan proyek konstruksi pada berbagai sektor masih didominasi oleh metode konvensional yang mengandalkan gambar dua dimensi serta perhitungan manual dalam proses perencanaannya. Pendekatan ini kerap menimbulkan ketidaktepatan dalam estimasi volume material dan biaya, yang pada akhirnya berdampak pada ketidaksesuaian antara rencana anggaran dan realisasi di lapangan. Ketidaktepatan tersebut berpotensi menyebabkan pemborosan anggaran, ketidakseimbangan ketersediaan material, serta rendahnya transparansi dalam manajemen proyek (Allo & Bhaskara, 2022). Untuk menjawab permasalahan tersebut, penerapan *Building Information Modeling* (BIM) 5D menjadi salah satu solusi strategis yang mampu meningkatkan akurasi dan efisiensi perencanaan. Penggunaan perangkat lunak seperti *Tekla Structures* memungkinkan pemodelan struktur secara detail, perhitungan volume material secara otomatis, serta simulasi estimasi biaya yang dapat dilakukan secara real-time dan terintegrasi (Umam dkk., 2022).

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa penerapan BIM 5D mampu meningkatkan akurasi estimasi biaya dan mendukung pengendalian proyek konstruksi, namun sebagian besar kajian tersebut dilakukan pada proyek berskala besar di kawasan perkotaan dan lebih berfokus pada hasil estimasi biaya secara umum. Kajian mengenai efisiensi volume material secara rinci pada proyek

berskala kecil hingga menengah di wilayah pedesaan, khususnya pada pembangunan fasilitas publik desa, masih relatif terbatas. Berdasarkan celah penelitian tersebut, penelitian ini bertujuan mengkaji penerapan BIM 5D melalui *Tekla Structures* dalam meningkatkan efisiensi perhitungan volume material dan estimasi biaya pembangunan gedung perpustakaan di Desa Gunung Rajak, serta membandingkannya dengan metode perhitungan konvensional untuk menilai perbedaan tingkat akurasi dan efisiensinya.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode studi kasus, di mana data yang digunakan bersifat sekunder dan diperoleh langsung dari Proyek Pembangunan Gedung Perpustakaan di Desa Gunung Rajak, Kecamatan Sakra Barat, Kabupaten Lombok Timur,

Provinsi Nusa Tenggara Barat. Data sekunder tersebut meliputi dokumen Gambar Kerja (*Shop Drawing*) dan Rencana Anggaran Biaya (RAB) yang diperoleh dari pihak kontraktor pelaksana proyek. *Shop drawing* dimanfaatkan sebagai dasar acuan dalam proses pemodelan struktur bangunan secara tiga dimensi (3D) menggunakan perangkat lunak *Tekla Structures*, yang selanjutnya dikembangkan dalam bentuk model *Building Information Modeling* (BIM) 5D untuk memperoleh estimasi volume dan biaya konstruksi secara digital dan terintegrasi.

Efisiensi dihitung dengan membandingkan estimasi volume dan biaya metode konvensional (RAB) dengan hasil estimasi berbasis BIM 5D menggunakan *Tekla Structures*. Nilai efisiensi ditentukan dari selisih kedua metode yang dinyatakan dalam persentase terhadap hasil metode konvensional (Persamaan 1).

$$\text{Efisiensi (\%)} = \frac{\text{Nilai Konvensional} - \text{Nilai Tekla Structures}}{\text{Nilai Konvensional}} \times 100\% \quad (1)$$

Persentase selisih tersebut digunakan sebagai indikator efisiensi dan akurasi perhitungan, di mana nilai selisih yang lebih kecil menunjukkan perencanaan volume material dan biaya konstruksi yang lebih efisien.

Proyek ini dipilih karena masih menerapkan metode konvensional dalam perhitungan volume dan estimasi

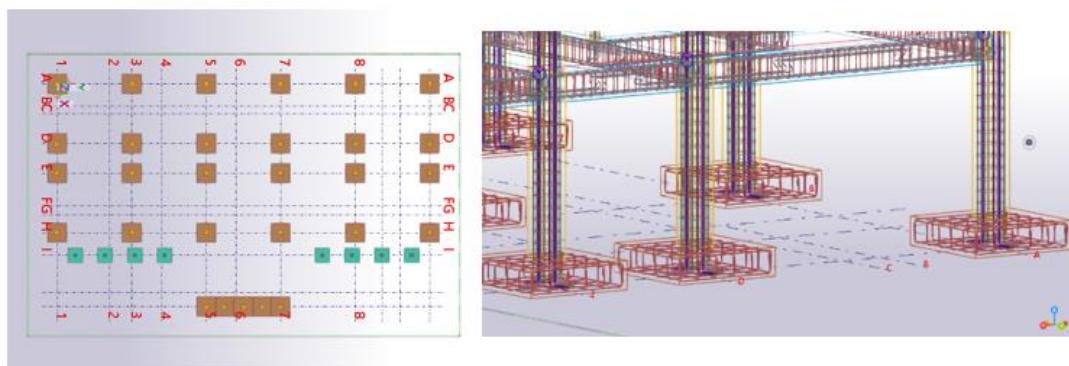
biaya, yang berpotensi menimbulkan ketidaktepatan dan keterbatasan pengendalian biaya. Selain itu, ketersediaan dokumen teknis yang lengkap menjadikan proyek ini layak dan representatif sebagai studi kasus untuk membandingkan metode konvensional dan BIM secara komprehensif pada proyek perdesaan.



Gambar 1. Lokasi Penelitian (*Google Earth*, 2025)



Gambar 2. Pemodelan *Tekla Structures*



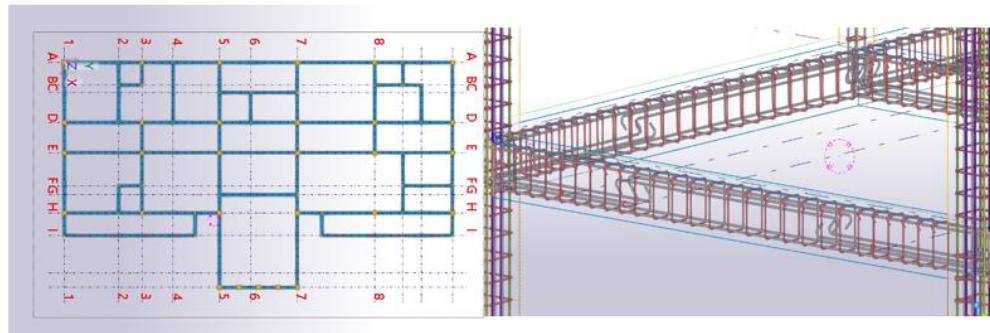
Gambar 3. Pemodelan *Foot Plate* dan Kolom Pedestal

Gambar 3 menampilkan hasil pemodelan elemen struktur pondasi dan kolom pedestal menggunakan perangkat lunak *Tekla Structures*. Pemodelan *foot plate* dan kolom

pedestal dilakukan berdasarkan gambar kerja (*shop drawing*) dengan memanfaatkan fitur *pad footing* dan *concrete column*. Detail tulangan dimasukkan sesuai spesifikasi teknis

serta disesuaikan dengan kondisi sambungan antarelemen menggunakan fitur *Concrete Pad Footing* dan *Rebar Tool* untuk kebutuhan *detailing*. Hasil pemodelan ini menggambarkan tingkat

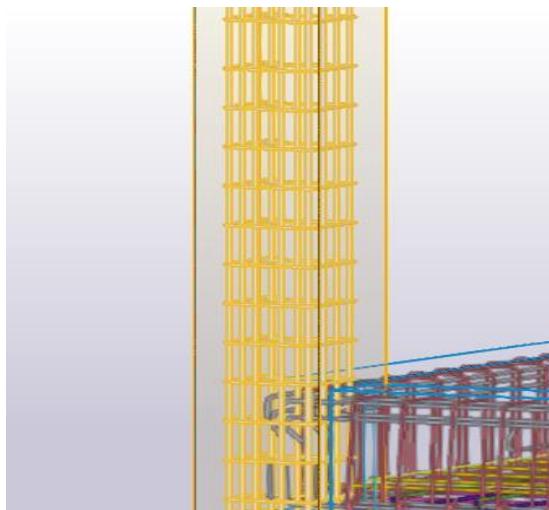
kesesuaian yang baik antara rancangan struktur dan representasi digital 3D yang digunakan dalam proses estimasi volume material.



Gambar 4. Pemodelan Sloof

Gambar 4 menunjukkan pemodelan elemen sloof dilakukan menggunakan fitur *Concrete Beam* dengan penempatan koordinat yang akurat mengikuti tata letak grid struktur. Tulangan utama dan sengkang

dimasukkan melalui fitur *Rebar Set*, kemudian disesuaikan dengan kondisi sambungan antara kolom dan *foot plate* agar menghasilkan model yang sesuai dengan kondisi konstruksi sebenarnya.



Gambar 5. Pemodelan Kolom

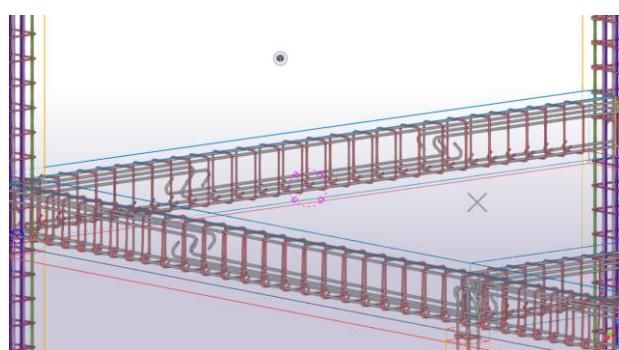
Gambar 5 Pemodelan Kolom dimodelkan dengan tipe penampang persegi sesuai dengan desain struktur pada proyek. Pemodelan kolom

dilakukan secara vertikal antar level lantai, dimulai dari pondasi hingga mencapai balok atau plat lantai di atasnya untuk memastikan kontinuitas

dan kesesuaian struktur secara menyeluruh.

Pada *Tekla Structures*, kolom berpenampang persegi dimodelkan menggunakan fitur *Concrete Column* dengan dimensi yang ditetapkan sesuai spesifikasi desain. Penulangan utama dan sengkang diatur melalui fitur *Rebar*

Set, yang memungkinkan pengendalian jumlah, jarak, dan orientasi tulangan sesuai standar teknis. Hubungan antara kolom, balok, dan pondasi juga dimodelkan secara rinci untuk merepresentasikan kondisi aktual di lapangan.

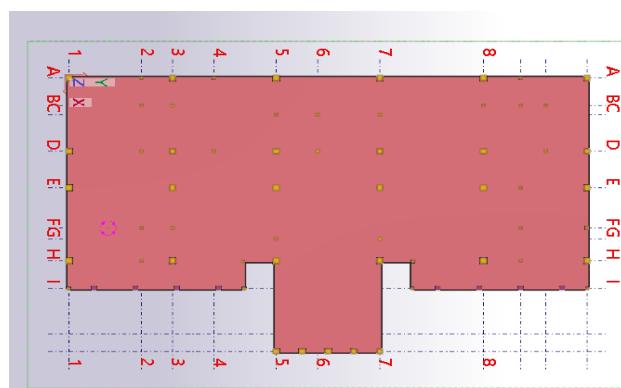


Gambar 6. Pemodelan Balok

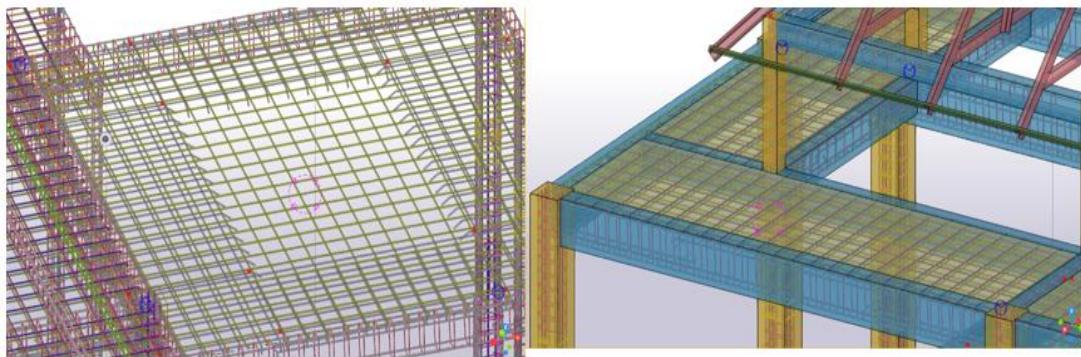
Gambar 6 Pemodelan Balok dimodelkan searah dengan bentang struktur antar kolom dan ditempatkan pada posisi pertemuan antar lantai. Pemodelan dilakukan dengan memperhatikan elevasi serta koneksi terhadap elemen kolom dan lantai agar sesuai dengan kondisi struktur sebenarnya.

Pada *Tekla Structures*, balok dimodelkan menggunakan fitur

Concrete Beam dengan penyesuaian dimensi, panjang, dan posisi berdasarkan layout grid struktur. Tulangan utama dan sengkang diatur melalui fitur *Rebar Set*, dengan pengendalian jarak serta jumlah tulangan sesuai kebutuhan struktural dan kondisi sambungan antara balok dan kolom.



Gambar 7. Pemodelan Pelat Lantai Dasar

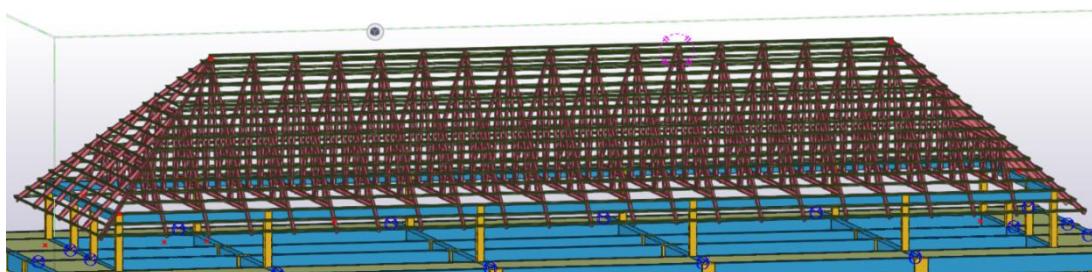


Gambar 8. Pemodelan Pelat Lantai 2

Gambar 7 merupakan pelat lantai dasar yang dimodelkan sebagai pelat beton tanpa tulangan sedangkan untuk pada gambar 8 (pelat lantai dua) dan pada gambar 9 (pelat atap) dimodelkan sebagai pelat beton bertulang yang terhubung langsung dengan elemen balok dan kolom. Pemodelan dilakukan dengan mengikuti kontur serta arah bentang balok yang telah dibuat sebelumnya agar sesuai dengan konfigurasi struktur bangunan.

Gambar 9. Pemodelan Pelat Atap

Pada *Tekla Structures*, elemen pelat dimodelkan menggunakan fitur *Concrete Slab*, sedangkan tulangan dimasukkan melalui fitur *Rebar By Face*. Elevasi dan ketebalan pelat diatur sesuai level lantai, dengan penyesuaian arah tulangan mengikuti bentangan serta sambungan terhadap elemen struktural di sekitarnya. Pemodelan ini memungkinkan visualisasi tulangan secara detail dan presisi, sekaligus menjadi dasar perhitungan volume serta berat tulangan pada setiap lantai.



Gambar 10. Pemodelan Rangka Atap

Gambar 9 Pemodelan Rangka Atap dimodelkan menggunakan baja ringan C75.75 dan untuk reng menggunakan R40.60. Proses pemodelan dilakukan dengan memperhatikan kemiringan serta detail sambungan antar batang untuk

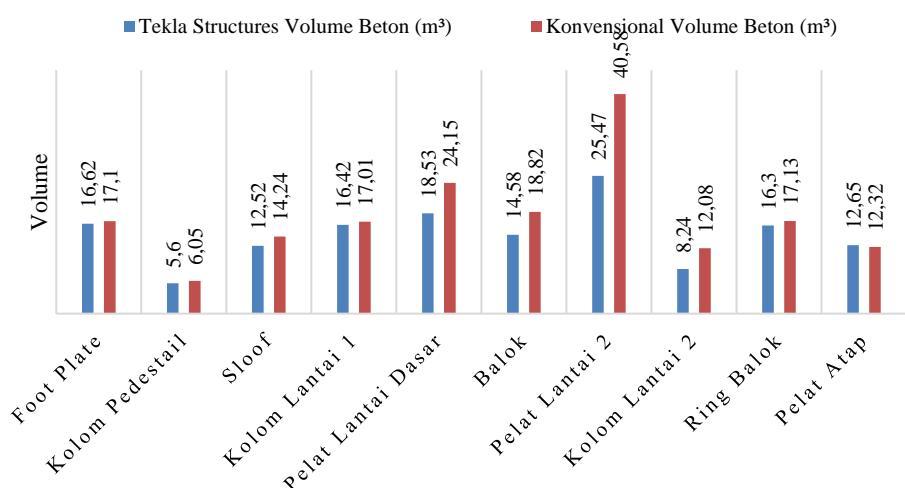
memastikan kesesuaian dengan kondisi struktur atap yang sebenarnya. Pada *Tekla Structures*, seluruh elemen atap dimodelkan menggunakan fitur *Steel Beam* dengan pemilihan profil baja pada fitur *profil catalog* yang disesuaikan dengan desain, serta

disusun mengikuti bentuk dan geometri atap bangunan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan pemodelan elemen struktur bangunan menggunakan perangkat lunak *Tekla Structures*, diperoleh data estimasi terkait volume beton dan berat tulangan. Hasil tersebut kemudian dibandingkan untuk

mengetahui sejauh mana perbedaan estimasi material yang dihasilkan oleh *Tekla Structures*. Analisis dilakukan terhadap beberapa komponen struktur utama, yaitu pondasi, sloof, kolom, balok, pelat lantai dan atap. Selisih volume beton maupun berat tulangan dihitung berdasarkan hasil estimasi yang diperoleh dan dijadikan sebagai dasar perbandingan utama.



Gambar 11. Grafik Perbandingan Volume Beton

Gambar 11 Grafik Perbandingan Volume Beton memperlihatkan hasil perhitungan volume beton pada setiap elemen struktur menggunakan dua metode, yaitu metode konvensional dan pemodelan dengan *Tekla Structures*. Berdasarkan hasil perhitungan, metode konvensional menghasilkan total volume beton cenderung lebih besar dibandingkan hasil dari model *Tekla*. Hal ini disebabkan oleh perbedaan tingkat ketelitian dalam penggambaran detail struktur, di mana *Tekla Structures* mampu merepresentasikan setiap elemen dengan lebih presisi sesuai ukuran dan sambungan

aktual di lapangan (Erliafina dkk., 2025).

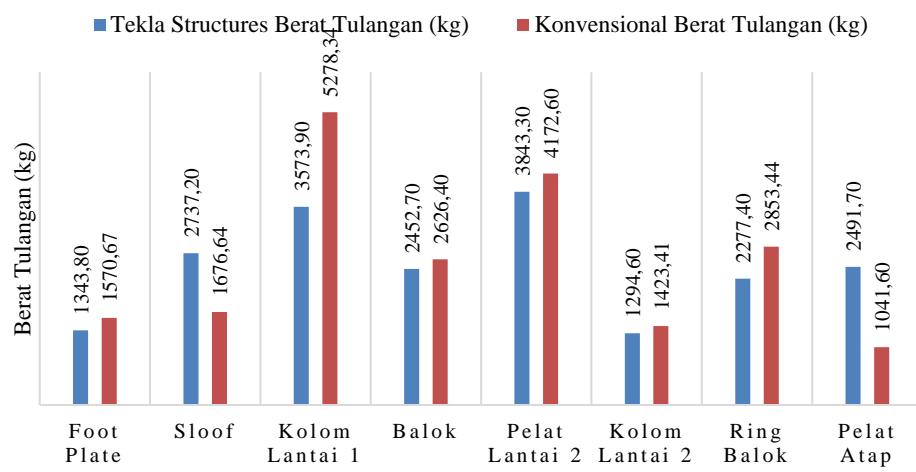
Perbedaan paling signifikan terlihat pada elemen pelat lantai dua dan balok. Pada pelat lantai dua, volume beton hasil metode konvensional mencapai $40,58 \text{ m}^3$, sedangkan dengan *Tekla Structures* hanya $25,47 \text{ m}^3$, terjadi pengurangan sebesar $15,11 \text{ m}^3$ atau sekitar 37,24%. Sementara itu, pada elemen balok, metode konvensional menghasilkan volume $18,82 \text{ m}^3$, sedangkan *Tekla Structures* $14,58 \text{ m}^3$, dengan selisih $4,24 \text{ m}^3$ atau 22,53%. Sebaliknya, beberapa elemen menunjukkan perbedaan volume yang relatif kecil. Misalnya, pada foot plate,

volume *Tekla* sebesar 16,62 m³ dan konvensional 17,10 m³, dengan selisih 0,48 m³ atau sekitar 2,81%. Pada kolom pedestal, selisihnya 0,45 m³ atau 7,44%, dan pada kolom lantai 1 hanya 0,59 m³ atau 3,47%. Untuk plat atap, hasilnya bahkan hampir sama, yaitu 12,65 m³ pada *Tekla* dan 12,32 m³ pada metode konvensional, dengan selisih kecil -0,33 m³ (*Tekla* sedikit lebih besar sekitar 2,68%).

Perbedaan hasil volume beton antara kedua metode tersebut menunjukkan bahwa pemodelan menggunakan *Tekla Structures* memberikan hasil estimasi yang lebih efisien dan realistik dibandingkan dengan metode konvensional. *Tekla Structures* mampu meminimalkan

potensi perhitungan ganda atau kelebihan volume yang sering muncul dalam metode manual akibat penyederhanaan bentuk elemen dan pengabaian detail sambungan antar komponen struktur (Soebandono dkk., 2022).

Hasil ini juga sejalan dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penerapan *Building Information Modeling* (BIM) melalui perangkat lunak seperti *Tekla Structures* mampu meningkatkan akurasi estimasi volume material dan meminimalkan potensi selisih perhitungan dibandingkan metode manual atau konvensional (Aldila Tri Handayani dkk., 2024).



Gambar 12. Grafik Perbandingan Berat Tulangan

Gambar 12 Grafik Perbandingan Berat Tulangan menunjukkan adanya perbedaan berat tulangan yang cukup signifikan antara metode konvensional dan pemodelan menggunakan *Tekla Structures*. Elemen dengan selisih terbesar terdapat pada kolom lantai 1, di mana metode konvensional mencatat

berat sebesar 5278,94 kg, sedangkan *Tekla Structures* hanya 3573,90 kg, dengan selisih sekitar 1705,04 kg atau hampir 32,3% lebih besar pada metode konvensional.

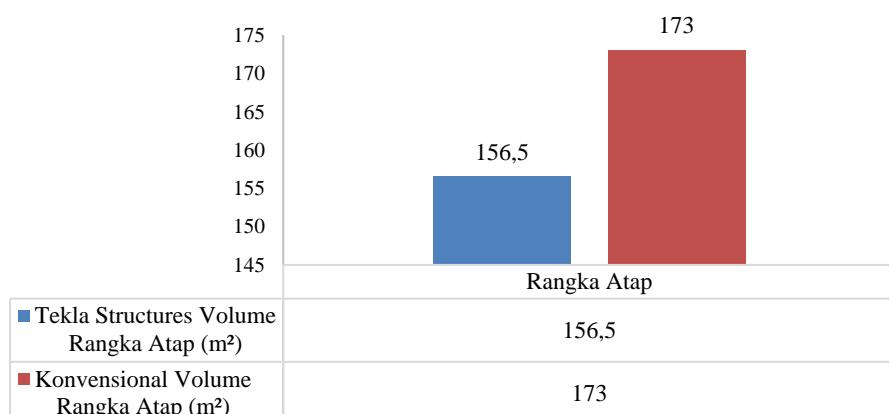
Selisih besar juga tampak pada pelat lantai 2, yaitu sebesar 4172,60 kg pada metode konvensional dan 3843,30

kg pada *Tekla Structures*, dengan perbedaan sekitar 329,30 kg. Kondisi ini menunjukkan bahwa pemodelan tiga dimensi pada *Tekla Structures* mampu memberikan estimasi kebutuhan tulangan yang lebih efisien dan realistik karena memperhitungkan sambungan, panjang penyaluran, serta tumpang tindih tulangan secara detail.

Pada elemen ring balok, selisih berat tulangan mencapai 576,00 kg, di mana metode konvensional menghasilkan 2853,44 kg, sedangkan *Tekla Structures* mencatat 2277,40 kg. Sementara itu, pada *foot plate* dan pelat atap, perbedaan beratnya relatif kecil, masing-masing sekitar 218,87 kg dan 1447,10 kg, menandakan bahwa

perbedaan estimasi terbesar umumnya terjadi pada elemen struktural dengan geometri kompleks seperti kolom dan pelat lantai (Khant dkk., 2024).

Secara umum, hasil ini menunjukkan bahwa metode konvensional cenderung menghasilkan estimasi berat tulangan yang lebih tinggi dibandingkan pemodelan *Tekla Structures*. Perbedaan tersebut terjadi karena metode konvensional belum mempertimbangkan secara detail bentuk, panjang efektif, serta konfigurasi sambungan antar batang tulangan sebagaimana yang direpresentasikan secara presisi pada model 3D *Tekla Structures* (Fernanda dkk., 2024).



Gambar 13. Grafik Perbandingan Volume Rangka Atap

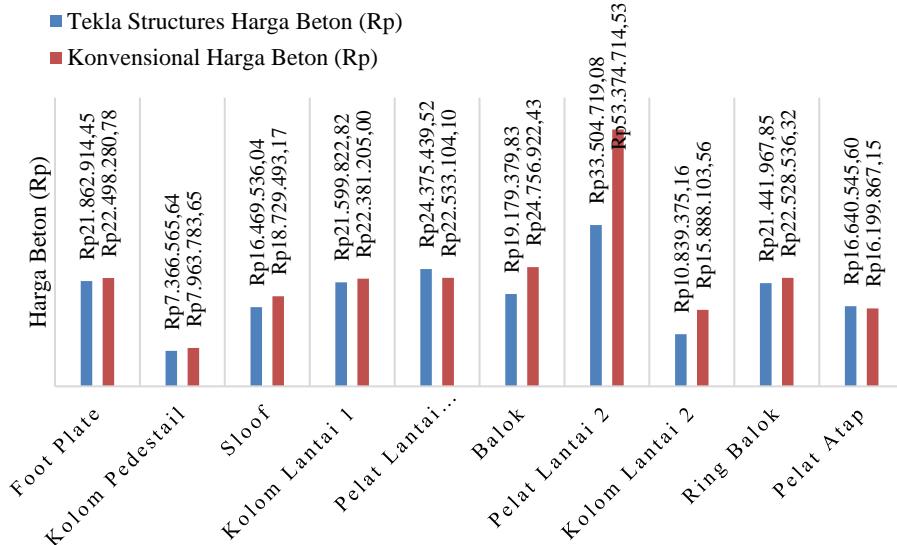
Gambar 13 Grafik Perbandingan Volume Rangka Atap menunjukkan bahwa volume rangka atap antara metode konvensional dan hasil pemodelan menggunakan *Tekla Structures*. Berdasarkan hasil perhitungan, volume rangka atap pada *Tekla Structures* sebesar 156,5 m², sedangkan metode konvensional mencapai 173 m². Selisih sebesar 16,5

m² atau sekitar 9,53% menunjukkan bahwa metode konvensional menghasilkan estimasi volume yang lebih besar dibandingkan hasil pemodelan *Tekla Structures*. Perbedaan tersebut mengindikasikan bahwa metode konvensional berpotensi mengabaikan dimensi aktual, jumlah komponen, serta detail sambungan antarelemen secara menyeluruh.

Akibatnya, estimasi volume yang dihasilkan cenderung lebih besar dari kondisi sebenarnya.

Perbedaan estimasi volume yang ditunjukkan pada setiap elemen memberikan gambaran awal mengenai bagaimana ketelitian pemodelan berpengaruh langsung terhadap hasil perhitungan biaya konstruksi. Semakin akurat perhitungan volume, maka estimasi harga satuan pekerjaan juga akan semakin mendekati kondisi riil di lapangan. Oleh karena itu, untuk memperkuat hasil analisis tersebut, dilakukan pula perbandingan terhadap estimasi biaya pada setiap elemen guna melihat sejauh mana penerapan *Tekla Structures* tidak hanya memengaruhi

efisiensi volume material, tetapi juga berdampak pada keseluruhan nilai anggaran pekerjaan konstruksi. Analisis biaya ini dilakukan dengan menggunakan acuan harga upah dan bahan yang berlaku di daerah Lombok Timur sesuai dengan ketentuan Kementerian PUPR (2023), analisis harga satuan pekerjaan (AHSP) disusun berdasarkan perhitungan teknis dan analisis produktivitas yang mencakup tiga komponen utama, yaitu tenaga kerja, bahan, dan peralatan. Pengembangan AHSP mengacu pada sistem harga perkiraan sendiri terintegrasi (SIPASTI) yang disesuaikan dengan kondisi daerah masing-masing.



Gambar 14. Grafik Perbandingan Harga Beton

Gambar 14 Grafik Perbandingan Harga Beton menunjukkan bahwa metode konvensional menghasilkan estimasi biaya rata-rata lebih tinggi dibandingkan dengan metode *Tekla Structures*. Hal ini disebabkan oleh perhitungan manual yang kurang detail,

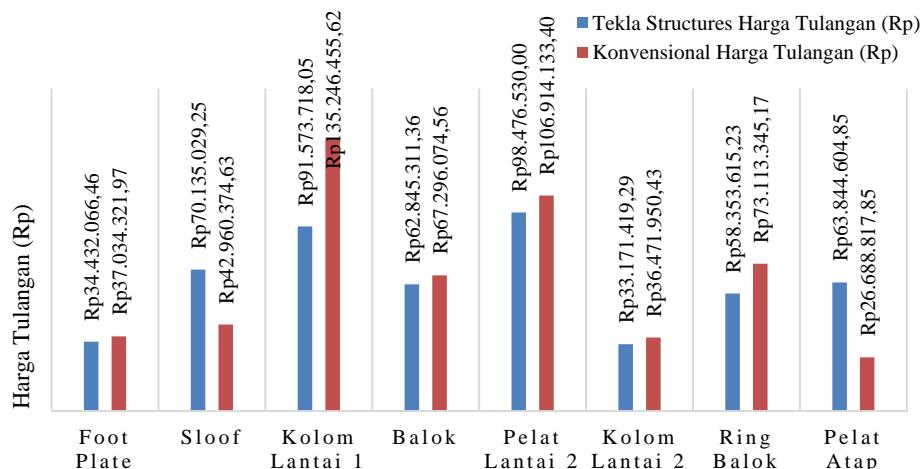
sementara *Tekla Structures* menghitung volume beton secara akurat berdasarkan model 3D sesuai kondisi nyata di lapangan (Fitriono dkk., 2023).

Perbedaan biaya paling signifikan terlihat pada elemen pelat lantai dua dan balok. Pada pelat lantai dua, biaya

metode konvensional mencapai Rp53.374.714,53, sedangkan hasil dari *Tekla Structures* hanya Rp33.504.719,08, dengan selisih sebesar Rp19.869.995,45 atau sekitar 37,2%. Begitu pula pada balok, biaya konvensional sebesar Rp24.756.922,43, sementara *Tekla* hanya Rp19.179.379,83, dengan selisih sekitar Rp5.577.542,60 atau 22,5%. Kedua elemen ini memiliki bentuk dan sambungan yang kompleks, sehingga perhitungan manual sering

menghasilkan estimasi berlebih dibandingkan hasil pemodelan *Tekla* yang mempertimbangkan detail geometri dan *overlap* antar elemen.

Menariknya, pada pelat lantai dasar, biaya *Tekla* justru sedikit lebih besar Rp24.375.439,52 dibanding konvensional Rp22.533.104,10. Hal ini terjadi karena *Tekla* memperhitungkan detail tambahan seperti tebal pelat, dan ketidakteraturan kontur lantai, sehingga hasilnya lebih realistik meski terlihat lebih besar (Arman dkk., 2025).



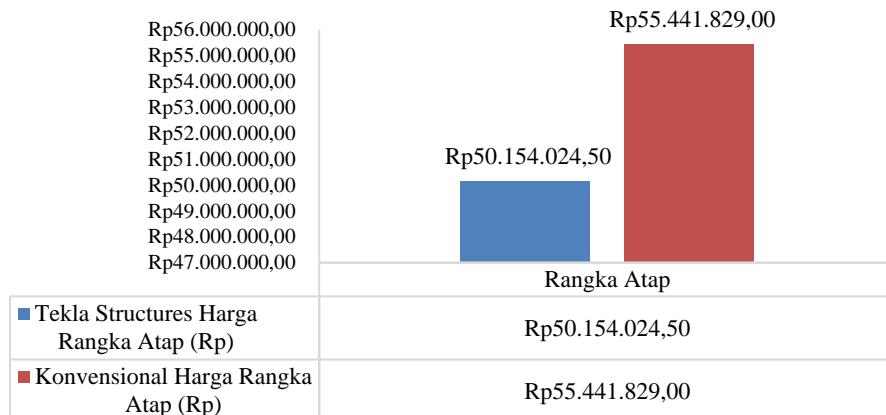
Gambar 15. Grafik Perbandingan Harga Tulangan

Gambar 15 Grafik Perbandingan Harga Tulangan menunjukkan bahwa total biaya tulangan pada metode konvensional lebih tinggi dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan *Tekla Structures*. Perbedaan ini terjadi karena perhitungan secara konvensional masih bersifat perkiraan dan kurang memperhatikan detail, sedangkan *Tekla Structures* mampu menghitung volume tulangan dengan lebih akurat berdasarkan model 3D yang menggambarkan kondisi sebenarnya di lapangan.

Perbedaan terbesar terlihat pada kolom lantai 1, di mana metode konvensional mencapai Rp135.246.455,62, sedangkan *Tekla Structures* hanya Rp91.573.718,05 dengan selisih sekitar Rp43.672.737,57. Selisih besar ini disebabkan oleh perbedaan ketelitian dalam menghitung jumlah dan panjang tulangan pada sambungan antarelemen, di mana *Tekla* mampu meminimalkan estimasi berlebih melalui pemodelan yang lebih presisi (Batabara & Nasution, 2024).

Pada elemen sloof dan pelat atap, biaya *Tekla* justru lebih tinggi dibanding konvensional. Sloof pada *Tekla* sebesar Rp70.135.029,25 dan konvensional Rp42.960.374,63, sedangkan pelat atap pada *Tekla* Rp63.844.604,85 dan konvensional

Rp26.688.817,85. Hal ini karena *Tekla* memperhitungkan detail tambahan seperti panjang penyaluran, tumpang tindih tulangan, serta variasi tebal pelat yang tidak terakomodasi dalam metode konvensional (Sonawane & Dubey, 2024).



Gambar 16. Grafik Perbandingan Harga Rangka Atap

Gambar 16 Grafik Perbandingan Harga Rangka Atap memperlihatkan perbedaan estimasi biaya pekerjaan rangka atap antara metode konvensional dan pemodelan menggunakan *Tekla Structures*. Berdasarkan hasil perhitungan, metode konvensional menghasilkan total biaya sebesar Rp55.441.829,00, sedangkan pemodelan dengan *Tekla Structures* menunjukkan nilai lebih rendah, yaitu Rp50.154.024,50, dengan selisih sebesar Rp5.287.804,50. Selisih tersebut menunjukkan bahwa metode konvensional cenderung memberikan estimasi biaya yang lebih tinggi karena belum mempertimbangkan detail geometri, panjang sambungan, serta jumlah profil baja secara spesifik. Sebaliknya, *Tekla Structures* mampu menghitung volume dan berat elemen

struktur secara otomatis berdasarkan model tiga dimensi yang merepresentasikan kondisi aktual di lapangan.

Berdasarkan hasil dan pembahasan, pemodelan digital BIM 5D dengan *Tekla Structures* terbukti menghasilkan data volume dan estimasi biaya yang lebih akurat serta mampu meminimalkan kesalahan yang sering terjadi pada metode konvensional. Hasil perbandingan menunjukkan adanya selisih volume beton sebesar 18,14%, berat tulangan 3,05%, dan estimasi biaya sebesar 14,8%, sehingga estimasi menggunakan *Tekla Structures* dinilai lebih realistik dan efisien dalam menentukan kebutuhan biaya material (Husnul Khatimi, Muhammad Reza Fardian, 2021). Temuan ini sejalan dengan penelitian sebelumnya yang

menunjukkan bahwa penerapan *Building Information Modeling* (BIM) dapat menurunkan estimasi biaya dan meningkatkan akurasi penghitungan biaya konstruksi (Al Amin dkk., 2024). Hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa pemodelan berbasis BIM melalui *Tekla Structures* mampu memberikan estimasi yang lebih akurat, khususnya pada komponen struktur yang memiliki tingkat kompleksitas tinggi seperti sistem atap.

Perbedaan estimasi tersebut dapat menimbulkan resiko kekurangan material selama proses konstruksi, yang berpotensi menyebabkan keterlambatan pekerjaan, penambahan biaya, dan gangguan terhadap jadwal proyek. Selain itu, estimasi yang terlalu rendah dibandingkan kebutuhan aktual dapat meningkatkan kemungkinan terjadinya kegagalan struktur apabila material yang disediakan tidak mampu menahan beban sesuai rancangan.

Perbedaan tersebut dari sisi manajemen proyek berdampak pada proses pengadaan dan logistik material, karena perubahan jumlah kebutuhan dapat menyebabkan penyesuaian anggaran serta potensi revisi kontrak atau pekerjaan tambah kurang. Secara keseluruhan, hasil analisis ini memperkuat bahwa penerapan BIM melalui *Tekla Structures* mampu memberikan estimasi yang lebih akurat, menyeluruh, dan sesuai dengan kompleksitas struktur sebenarnya, terutama pada elemen baja (Martini dkk., 2023).

SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis, penerapan

teknologi *Building Information Modeling* (BIM) 5D dengan *Tekla Structures* terbukti meningkatkan efisiensi perhitungan volume material dan estimasi biaya pada proyek pembangunan Gedung Perpustakaan Desa Gunung Rajak. Pemodelan digital menghasilkan data volume dan biaya yang lebih akurat serta mengurangi kesalahan yang kerap muncul pada metode konvensional. Perbandingan menunjukkan selisih volume beton sebesar 18,14%, berat tulangan 3,05%, dan estimasi biaya 14,8%.

Pada pekerjaan rangka atap, metode *Tekla Structures* juga menunjukkan volume yang lebih efisien sebesar 9,53% dan biaya yang lebih rendah sekitar Rp 5,28 juta dibandingkan metode konvensional. Perbedaan ini disebabkan oleh kemampuan *Tekla* menghitung volume berdasarkan model 3D yang detail dan realistik, sementara metode konvensional hanya mengandalkan perhitungan 2D yang sederhana. Dengan demikian, penerapan BIM 5D memberikan manfaat nyata dalam efisiensi material, ketepatan perencanaan, dan transparansi anggaran. Untuk mengoptimalkan penerapannya, diperlukan pelatihan sumber daya manusia, penyusunan standar operasional, serta dukungan regulasi agar teknologi ini dapat diadopsi secara bertahap pada proyek konstruksi perdesaan yang lebih efisien dan berkelanjutan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didukung oleh Universitas Muhammadiyah Mataram

melalui Program Studi Teknik Sipil sebagai bagian dari tugas akhir mahasiswa pada tingkat sarjana. Penulis juga mengucapkan terima kasih atas bantuan dan fasilitas yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Amin, A., Apriliano, D.D., & Imron, I., 2024, Penerapan Building Information Modelling (BIM) Untuk Estimasi Biaya Pekerjaan Struktur Bangunan Rumah Tinggal 1 Lantai di Daerah Halim Jakarta Timur. *Journal of Accounting Law Communication and Technology*, 2(1), 9–16.
- Aldila Tri Handayani, Ery Budiman, & Tamrin Rahman, 2024, Jurnal Teknologi Sipil Penerapan Building Information Modelling (Bim) Dalam Menghitung Quantity Take Off Material Struktur (Studi Kasus: Proyek Gedung Rumah Sakit. *Jurnal Teknologi Sipil*, 8, 48–56.
- Ali, Z.H., Burhan, A.M., Kassim, M., & Al-Khafaji, Z., 2022, Developing an Integrative Data Intelligence Model for Construction Cost Estimation. *Complexity*, 2022.
- Allo, R.I.G., & Bhaskara, A., 2022, Waste Material Analisys With the Implementation of Lean Construction. *Jurnal Teknik Sipil*, 18(2), 343–355.
- Amrillah, A., 2023, *Studi Efisiensi Volume Material Dan Estimasi Biaya Bangunan Menggunakan Bim 5D Dengan Software Cubicost (Studi Kasus* 11(2), 109–118.
- Arman, U.D., Chairi, M., Sari, A., & Zolla, L.F., 2025, The Comparation of Building Information Modelling and Conventional Method in Planning Multi-storey Building Structure. *Semesta Teknika*, 28(1), 30–37.
- Batubara, Z., & Nasution, R.S., 2024, Analisis Perbandingan Biaya Antara Konvensional Dengan Building Information Modelling Pada Proyek Pembangunan Mesjid Dan Gedung Alqur'an Center Binjai. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Agregat*, 4(1), 8–17.
- Erliafina, E., Lusiana, L., & Syahrudin, S., 2025, Implementation of Building Information Modeling (BIM) Utilizing Tekla Structures for Work Volume Calculation (Institute of Technology Keling Kumang Project in Sekadau District). *Jurnal Teknik Sipil*, 24(4), 1480–1492.
- Farizwan, J., Hariyadi, H., & Hamdani, H., 2024, Studi Efisiensi Volume Material Dan Estimasi Biaya Bangunan Menggunakan Bim 5D Dengan Software Tekla Structures. *Spektrum Sipil*, 11(2), 109–118.
- Fazeli, A., Dashti, M.S., Jalaei, F., & Khanzadi, M., 2021, An integrated BIM-based approach for cost estimation in construction projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 28(9), 2828–2854.
- Fernanda, R.A., Bayzoni, B., Husni, H.R., & Ashruri, A., 2024, Analisis Waste Material pada Tulangan Kolom Berbasis

- Building Information Modeling (BIM). *Jurnal Rekayasa Sipil Dan Desain*, 11(2), 243–254.
- Fitriono, F., Haza, Z.F., & Shulhan, M.A., 2023, Analisis Perbandingan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Metode Konvensional Dengan Metode Building Information Modeling (BIM) (Studi Kasus Gedung 3 Lantai Di Yogyakarta). *Surya Beton : Jurnal Ilmu Teknik Sipil*, 7(1), 13–24.
- Husnul Khatimi, Muhammad Reza Fardian, Y.S., 2021, Effectiveness of Applying Bim Based Cost Estimation in. *ASTONJADRO: Jurnal Rekayasa Sipil*, 10(1), 109–116.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2023, *Lampiran VI – Analisis Harga Satuan Pekerjaan (AHSP) Bidang Cipta Karya dan Perumahan*. Jakarta: Kementerian PUPR.
- Khant, L.P., Widjaja, D.D., Kwon, K., & Kim, S., 2024, A BIM-Based Bar Bending Schedule Generation Algorithm with Enhanced Accuracy. *Buildings*, 14(5).
- Martini, N.L.A.S., Bintana, I.B.P., & Moi, F., 2023, Analisis Perbandingan Volume Dan Biaya Antara Software Tekla Structures Dengan Menerapkan Metode BIM Terhadap Metode Konvensional Pada Proyek Pembangunan Kantor Baru PT. Tunas Jaya Sanur. *Seminar Nasional Ketekniksipilan Jurusan Teknik Sipil – PNB*, D, 140–147.
- Saputra, R.A., & Hidayat, T., 2021, Estimasi biaya proyek konstruksi menggunakan pendekatan digital berbasis BIM. *Jurnal Teknik Sipil Nusantara*, 8(2), 101–110.
- Soebandono, B., Hergantoro, G.S., & Priyo, M., 2022, Implementasi Building Information Modelling (BIM) Menggunakan Tekla Strukctures Pada Konstruksi Gedung. *Bulletin of Civil Engineering*, 2(1), 1–6.
- Sonawane, Y.N., & Dubey, S., 2024, Comparative analysis of seismic resilience: conventional vs. rectangular spiral reinforcement in joints. *Research on Engineering Structures and Materials*, 10(1), 1733–1758.
- Umam, F.N., Erizal, E., & Putra, H., 2022, Peningkatan Efisiensi Biaya Pembangunan Gedung Bertingkat Dengan Aplikasi Building Information Modeling (BIM) 5D. *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 12(1), 245.