

Penerapan *Building Information Modeling* (BIM) *Tekla Structures* untuk Meminimalkan *Contract* *Change Order* pada Proyek Gedung DPRD Mahakam Ulu

Ade Ibnu Yasri*^{ib}, Ana Susanti Yusman^{ib}, Zuheldi ^{ib}

Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat
Bukittinggi, Indonesia

Abstrak. Teks Perubahan desain pada proyek konstruksi sering kali memicu *Contract Change Order* (CCO) yang berdampak signifikan terhadap biaya, waktu, dan kualitas pekerjaan. Penelitian ini bertujuan mengevaluasi penerapan *Building Information Modeling* (BIM) melalui perangkat lunak *Tekla Structures* dalam meminimalkan risiko CCO pada pembangunan Gedung DPRD Mahakam Ulu di Kalimantan Timur. Metode yang digunakan adalah studi kasus deskriptif-analitik dengan memanfaatkan data primer berupa dokumen perencanaan, analisis struktur, dan pemodelan *Tekla Structures*, serta data sekunder dari literatur terkait BIM dan CCO. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Tekla Structures* mampu menghasilkan model 3D yang akurat dengan detail sambungan, shop drawing otomatis, serta Quantity Take-Off (QTO). Perbandingan biaya memperlihatkan bahwa metode BIM menghasilkan efisiensi sebesar Rp 1.008.695.004,18 atau 2,64% dibandingkan metode konvensional (*AutoCAD* + Excel). Temuan ini menegaskan bahwa BIM tidak hanya berfungsi sebagai alat teknis, tetapi juga sebagai strategi manajerial dalam memitigasi risiko kontraktual, khususnya pada proyek konstruksi di wilayah dengan keterbatasan geografis.

Kata kunci: *Building Information Modeling*, *Tekla Structures*, *Contract Change Order*, proyek konstruksi, efisiensi biaya

*Penulis Korespondensi : adeibnuyasri30@gmail.com

1. Pendahuluan

Perubahan desain pada proyek konstruksi merupakan fenomena yang tidak dapat dihindari, terutama pada proyek yang dilaksanakan di wilayah dengan kondisi geografis dan logistik yang kompleks. Perubahan ini, yang secara formal dikenal sebagai *Contract Change Order* (CCO), dapat dipicu oleh berbagai faktor seperti keterbatasan material, kesalahan desain awal, maupun penyesuaian teknis di lapangan (Rajanubn et al., 2022). CCO seringkali menimbulkan implikasi serius terhadap efisiensi penggunaan sumber daya, keterlambatan penyelesaian proyek,

serta peningkatan biaya konstruksi apabila tidak dikelola dengan baik (Kustiah et al., 2022).

Dalam praktik di Indonesia, CCO memiliki dasar hukum melalui Peraturan Presiden Nomor 54 Tahun 2010 Pasal 87 yang mengatur perubahan kontrak kerja konstruksi. Regulasi ini memperbolehkan perubahan volume pekerjaan, spesifikasi teknis, hingga penyesuaian jadwal pelaksanaan, sepanjang terdapat justifikasi teknis yang memadai. Namun, pada kenyataannya, proses administratif dalam mengelola CCO kerap menjadi hambatan tersendiri yang memperlambat koordinasi antar-pemangku kepentingan.

Salah satu contoh nyata terjadi pada proyek pembangunan Gedung DPRD Mahakam Ulu, Kalimantan Timur. Proyek yang bernilai lebih dari Rp 331 miliar ini menghadapi kendala mobilisasi material beton bertulang akibat terbatasnya akses transportasi menuju lokasi proyek. Hal tersebut memaksa adanya perubahan desain atap dari konstruksi beton bertulang menjadi rangka baja berat yang lebih mudah difabrikasi di luar lokasi (*off-site fabrication*) dan dipasang di lapangan dengan satu kali pengangkutan. Keputusan perubahan desain tersebut tidak hanya berdampak pada aspek teknis, tetapi juga administratif dan finansial, sehingga diperlukan solusi inovatif untuk meminimalkan risiko CCO.

Dalam konteks transformasi digital industri konstruksi, *Building Information Modeling* (BIM) hadir sebagai salah satu pendekatan modern yang mampu mengintegrasikan data desain, volume pekerjaan, jadwal, serta estimasi biaya dalam satu model virtual (Azari et al., 2022). BIM memungkinkan terwujudnya koordinasi lintas disiplin melalui visualisasi tiga dimensi (3D) dan deteksi konflik desain (*clash detection*), sehingga berpotensi mengurangi frekuensi CCO sejak tahap perencanaan (Paramitha & Dibiantara, 2023). Salah satu perangkat lunak BIM yang banyak digunakan untuk perencanaan struktural adalah *Tekla Structures*, yang memiliki keunggulan dalam pemodelan detail baja dan beton, otomatisasi gambar kerja, serta integrasi estimasi biaya berbasis model digital (Minawati, 2017).

Berbagai penelitian terdahulu menunjukkan bahwa BIM mampu meningkatkan efisiensi dan akurasi perencanaan konstruksi (Nenadović & Milošević, 2022; Llatas et al., 2022; Nugroho et al., 2022). Namun, sebagian besar kajian tersebut berfokus pada proyek-proyek di kawasan perkotaan dengan akses material dan logistik yang relatif mudah. Masih terbatas penelitian yang mengkaji bagaimana BIM, khususnya perangkat lunak *Tekla Structures*, dapat diimplementasikan pada proyek konstruksi pemerintah di daerah terpencil yang memiliki keterbatasan infrastruktur dan tantangan mobilisasi material. Belum ada bukti empiris yang cukup tentang bagaimana *Tekla Structures* dapat berperan sebagai solusi strategis dalam meminimalkan CCO pada proyek konstruksi di wilayah dengan hambatan geografis dan administratif yang signifikan, seperti pada pembangunan Gedung DPRD Mahakam Ulu. Dengan mengisi celah penelitian tersebut, studi ini menghadirkan kebaruan berupa pendekatan studi kasus yang menekankan efektivitas BIM dalam konteks proyek pemerintah daerah terpencil, yang berbeda dari penelitian-penelitian sebelumnya yang cenderung menyoro aspek teknis semata.

Berdasarkan kerangka tersebut, penelitian ini diarahkan untuk menjawab pertanyaan utama: sejauh mana penerapan BIM melalui *Tekla Structures* mampu mengurangi risiko CCO pada proyek pembangunan Gedung DPRD Mahakam Ulu, dan bagaimana keunggulan maupun keterbatasannya jika dibandingkan dengan metode konvensional yang selama ini digunakan? Dengan demikian, tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi penerapan BIM *Tekla Structures* dalam pengelolaan CCO, sekaligus mengidentifikasi kontribusi praktis dan teoretisnya. Secara praktis, penelitian ini memberikan rujukan bagi kontraktor, konsultan, maupun pemerintah daerah dalam mengadopsi BIM untuk meningkatkan efisiensi perencanaan dan pelaksanaan proyek. Sementara itu, secara teoretis penelitian ini memperluas literatur teknik sipil dengan menghadirkan perspektif baru tentang penerapan BIM pada proyek infrastruktur di daerah dengan kondisi geografis yang menantang, sekaligus menegaskan urgensi transformasi digital dalam industri konstruksi Indonesia.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini menggunakan pendekatan studi kasus dengan desain deskriptif-analitik yang berfokus pada proyek pembangunan Gedung DPRD Mahakam Ulu, Kalimantan Timur. Pemilihan studi kasus ini didasarkan pada adanya *Contract Change Order* (CCO) signifikan dalam desain struktur atap, yaitu perubahan dari beton bertulang menjadi baja berat akibat keterbatasan material dan kendala logistik. Studi kasus dipandang relevan karena memungkinkan peneliti mengeksplorasi secara mendalam dinamika teknis, administratif, dan finansial yang muncul dalam proses CCO, sekaligus mengevaluasi efektivitas penerapan *Building Information Modeling* (BIM) sebagai solusi.

2.1 Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian berada di kawasan Long Bagun, Kabupaten Mahakam Ulu, Kalimantan Timur. Wilayah ini dipilih karena karakteristik geografisnya yang menantang, yakni akses transportasi yang terbatas hanya melalui jalur sungai dan jalan tanah yang bergantung pada kondisi cuaca. Konteks ini menjadi relevan untuk menguji efektivitas BIM *Tekla Structures* dalam menghadapi hambatan logistik yang memengaruhi perencanaan dan pelaksanaan proyek konstruksi.

2.2 Jenis dan Sumber Data

Data yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari:

1. Data primer, meliputi:
 - a. Detail Engineering Design (DED) proyek Gedung DPRD Mahakam Ulu.
 - b. Rencana Anggaran Biaya (RAB) perencanaan dan RAB hasil CCO.
 - c. Dokumen analisis struktur baja hasil pemodelan dengan ETABS.
 - d. Dokumen justifikasi teknis, shop drawing, dan laporan perubahan desain.
2. Data sekunder, meliputi literatur ilmiah, standar peraturan konstruksi, dan publikasi terkait implementasi BIM, CCO, maupun aplikasi *Tekla Structures*.

Pemilihan kombinasi data primer dan sekunder bertujuan untuk memberikan triangulasi yang kuat antara hasil pemodelan digital dengan kerangka teoretis yang telah ada, sehingga validitas analisis dapat terjaga.

2.3 Teknik Pengumpulan Data

Data dikumpulkan melalui metode studi dokumentasi. Dokumen proyek diperoleh langsung dari konsultan perencanaan, kontraktor, dan konsultan pengawas, sementara literatur sekunder ditelusuri melalui jurnal ilmiah, laporan teknis, serta regulasi pemerintah terkait perubahan kontrak konstruksi. Pendekatan ini dipilih karena sifat penelitian yang lebih menekankan pada analisis data teknis yang sudah ada, bukan pada survei lapangan.

2.4 Tahapan Analisis

Analisis dilakukan melalui beberapa tahap utama sebagai berikut:

1. Identifikasi perubahan desain

Menelaah dokumen kontrak, gambar teknis, serta laporan justifikasi teknis untuk memahami latar belakang dan alasan dilakukannya perubahan struktur atap dari beton bertulang menjadi baja berat.

2. Pemodelan digital menggunakan *Tekla Structures*

Melakukan rekonstruksi digital desain atap dalam *Tekla Structures*. Proses ini mencakup pengaturan awal proyek, konfigurasi grid, pembuatan elemen struktur baja (kuda-kuda, sambungan, dan koneksi), serta visualisasi model 3D.

3. Output otomatisasi BIM

Menghasilkan output berupa *shop drawing* 2D, *Quantity Take-Off* (QTO), dan estimasi biaya secara otomatis dari model *Tekla Structures*, kemudian dibandingkan dengan hasil perhitungan konvensional menggunakan *AutoCAD* dan *Microsoft Excel*.

4. Analisis perbandingan metode konvensional dan BIM

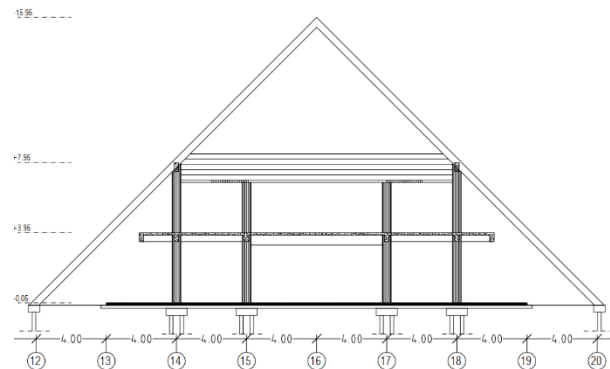
Menilai efisiensi dari aspek volume material, biaya konstruksi, akurasi desain, serta potensi reduksi CCO. Analisis ini bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana BIM *Tekla Structures* memberikan keunggulan nyata dibandingkan metode tradisional.

3. Hasil dan Pembahasan

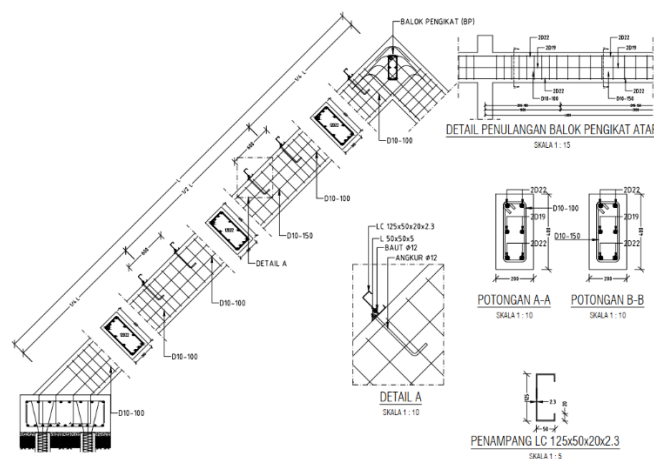
3.1 Data Umum Proyek

Objek penelitian adalah Pembangunan Gedung DPRD Mahakam Ulu, Kalimantan Timur, dengan nilai kontrak Rp 331.363.537.629,03 melalui APBD Tahun 2020. Proyek dikerjakan oleh PT Brantas Abipraya (Persero) dengan konsultan perencanaan PT Wiswakharman dan konsultan pengawas PT Yodya Karya (Persero).

Pada perencanaan awal, struktur atap dirancang menggunakan kuda-kuda beton bertulang dimensi 30×60 cm dengan gording kanal C. Namun, keterbatasan akses transportasi beton menyebabkan perubahan desain melalui *Contract Change Order* (CCO), sehingga struktur atap diubah menjadi rangka baja berat. Perubahan desain ini sejalan dengan regulasi perubahan kontrak konstruksi (Perpres No. 54 Tahun 2010 Pasal 87), tetapi menimbulkan konsekuensi biaya dan teknis yang signifikan.

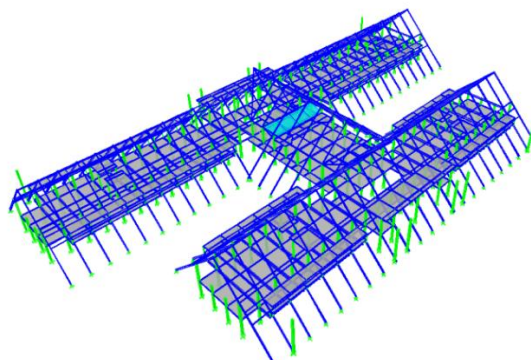


Gambar 1: Gambar Potongan Gedung DPRD Mahakam Ulu, Kalimantan Timur
(Sumber : Data Perencanaan)

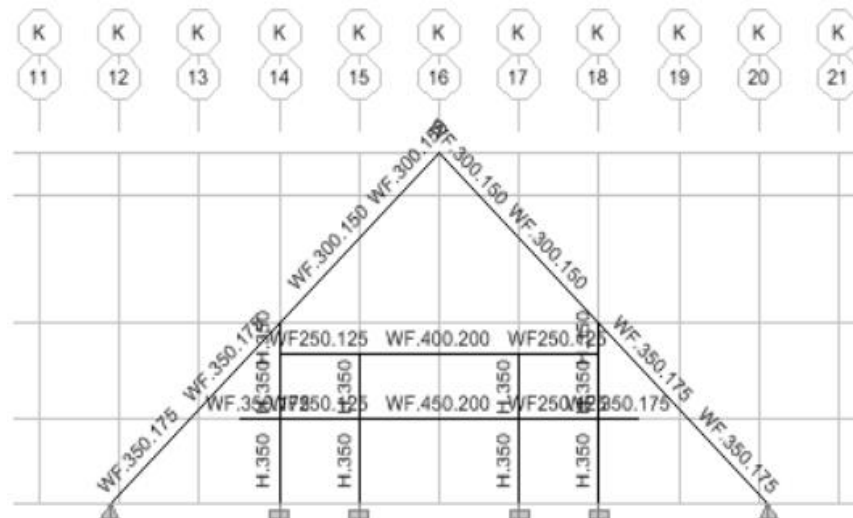


Gambar 2: Gambar Detail Gedung DPRD Mahakam Ulu, Kalimantan Timur
(Sumber : Data Perencana)

Perubahan desain rangka atap yang semula menggunakan konstruksi beton bertulang menjadi konstruksi baja berat dianalisa oleh ahli struktur menggunakan *Software* ETABS dengan output dimensi baja yang akan digunakan sebagai pengganti beton bertulang.

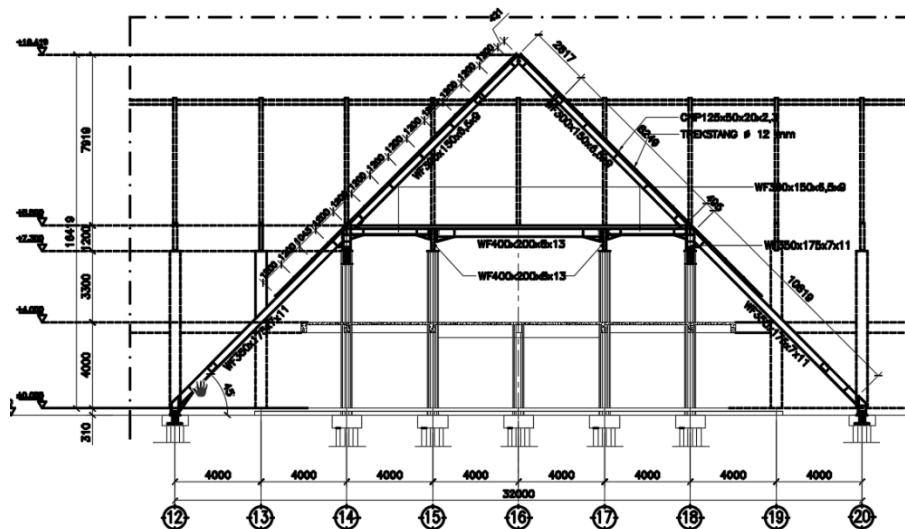


Gambar 3: Modeling ETABS Gedung DPRD Mahakam Ulu, Kalimantan Timur
(Sumber : Data Perencana)



Gambar.4 Modeling ETABS Gedung DPRD Mahakam Ulu, Kalimantan Timur
(Sumber : Data Perencana)

Cara konvensional yang dimaksud adalah dengan menggunakan *Software AutoCAD* untuk membuat gambar kerja dan selanjutnya menggunakan *Software Microsoft Excel* untuk menghitung volume baja tersebut

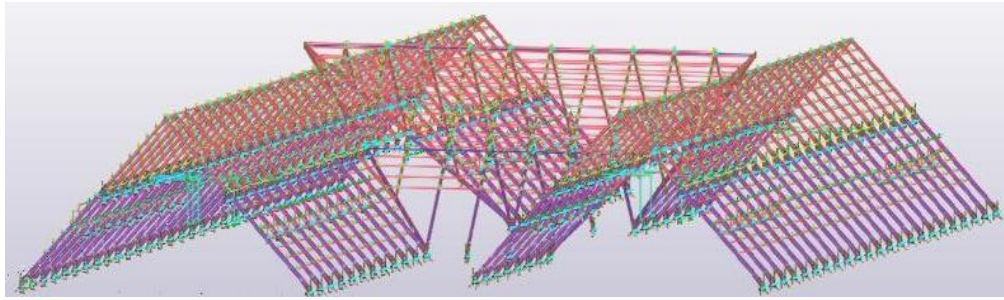


Gambar 5. Gambar Shop Drawing Gedung DPRD Mahakam Ulu, Kalimantan Timur
(Sumber : Data Kontraktor)

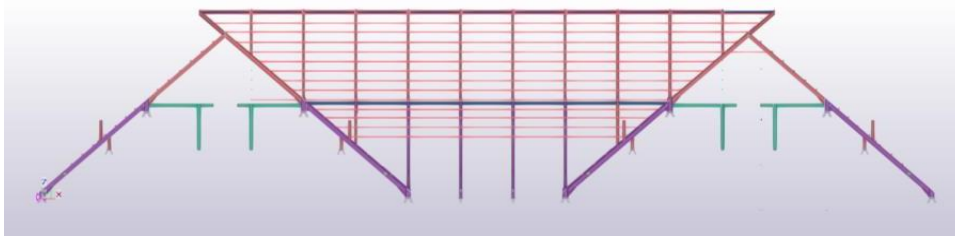
Temuan ini menegaskan bahwa faktor geografis dapat menjadi pendorong utama CCO, berbeda dengan penelitian Nugroho et al. (2022) yang menyoroti CCO akibat faktor teknis desain di perkotaan.

3.2 Pemodelan Struktur dengan Tekla Structures

Desain hasil CCO kemudian dimodelkan menggunakan *Tekla Structures*. Proses pemodelan meliputi konfigurasi grid, pembuatan elemen struktur (WF 400×200×8×13, WF 350×175×7×11, WF 250×125×6×9, H-Beam 150×150×7×10, dan plat baja 12 mm), serta detail sambungan dengan baut D16.



Gambar 6 Pemodelan Kuda-Kuda Tekla Structures
(Sumber: Tekla Structures)



Gambar 7 Pemodelan Kuda-Kuda Tekla Structures
(Sumber: Tekla Structures)

3.3 Pemodelan Sambungan

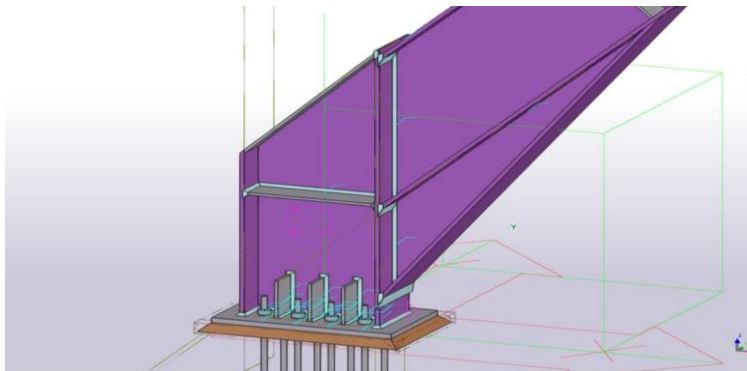
Sambungan menggunakan:

1. Pelat baja dengan ketebalan 12 mm dan baut standar D16



Gambar 8 Detail Sambungan Kuda-Kuda
(Sumber: Tekla Structures)

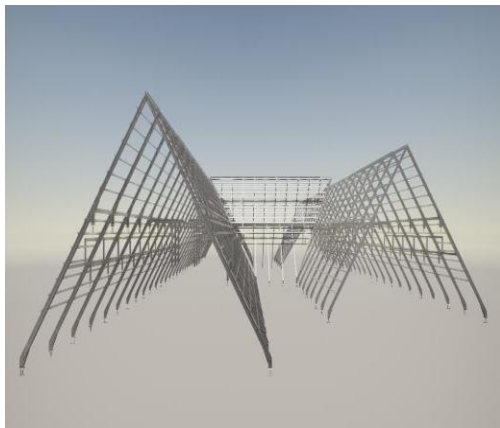
2. Lasan Plat Ketebalan 12 mm



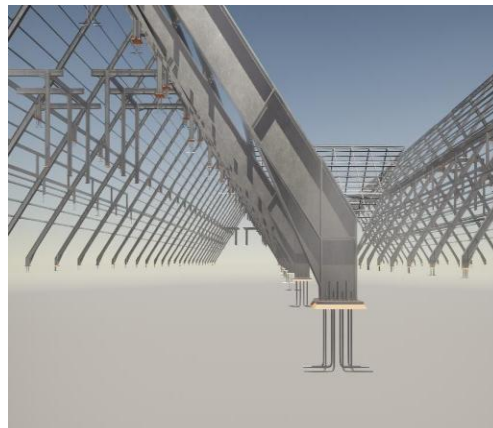
Gambar 9 Detail Sambungan Kuda-Kuda Dengan Lasan
(Sumber: Tekla Structures)

3.4 Visualisasi Model

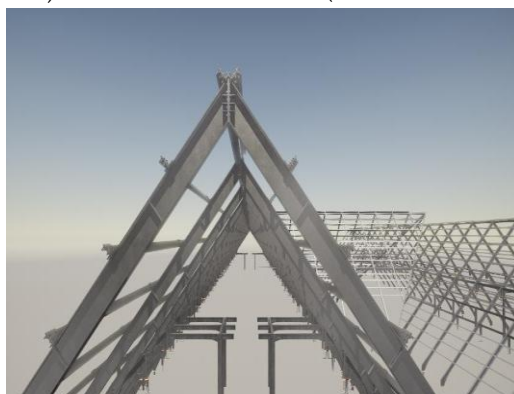
Model 3D struktur atap yang dihasilkan dapat dilihat pada gambar di bawah



Gambar 10 : Visualisasi Model Struktur Atap
(Sumber: *Tekla Structures*)



Gambar 11: Visualisasi Model Sambungan Dan Base Plat
(Sumber: *Tekla Structures*)



Gambar 12 : Visualisasi Model Sambungan Atap
(Sumber: *Tekla Structures*)

Pemodelan ini menghasilkan model 3D yang akurat dan detail. Temuan ini konsisten dengan Minawati (2017) dan Azari et al. (2022) yang menekankan kemampuan *Tekla Structures* dalam otomatisasi desain baja. Keunggulan lain adalah visualisasi 3D yang memperkuat koordinasi lintas pemangku kepentingan serta mendukung deteksi tabrakan (*clash detection*).

3.5 Output Otomatisasi BIM

Hasil pemodelan menghasilkan *Quantity Take-Off* (QTO), shop drawing, dan estimasi biaya secara otomatis. Setelah hasil volume dari *Software* Tekla didapat penulis membandingkan dengan volume yang dihitung dengan cara konvensional, penulis memkomparasi selisihnya dengan cara memasukkan volume dari Tekla ke harga satuan pada RAB. Dari tabel 1 terlihat bahwa *Tekla Structures* menyediakan volume material yang lebih detail dibanding metode konvensional. Hasil ini memperkuat temuan Llatas et al. (2022) bahwa BIM mampu meningkatkan akurasi QTO sehingga meminimalkan deviasi volume pada tahap pelaksanaan.

Tabel 1: Perbandingan Nilai CCO Rangka Atap

Uraian Pekerjaan	Satuan	Volume		Harga Satuan	Total Harga	
		Konvensional	Tekla Structure		Konvensional	Tekla Structure
PEKERJAAN PROFIL BAJA ATAP						
GI (C125x50x20x2,3	kg	31,860.87	30,854.32	60,130.00	1,915,794,405.33	1,855,270,261.60
WF 400x200x8x13	kg	1,606.18	1,325.22	60,130.00	96,579,362.88	79,685,478.60
WF 350x175x11	kg	73,694.03	68,542.25	60,130.00	4,431,221,918.76	4,121,445,492.50
WF 300x150x6,5x9	kg	53,481.86	47,235.32	60,130.00	3,215,864,068.34	2,840,259,791.60
WF 250x125x6x9	kg	21,682.33	21,805.20	60,130.00	1,303,758,719.37	1,311,146,676.00
WF 200x100x5,5x8	kg	26,362.59	22,145.22	60,130.00	1,585,182,709.09	1,331,592,078.60
Plat	kg	38,255.51	38,247.33	60,130.00	2,300,303,655.73	2,299,811,952.90
Las	cm	698,831.58	699,123.20	2,745.00	1,918,292,675.30	1,919,093,184.00
H-Beam 150x150x7x10	kg	274.05	274.01	60,130.00	16,478,626.50	16,476,221.30
SUB TOTAL PEKERJAAN PROFIL BAJA ATAP					16,783,476,141.28	15,774,781,137.10

(Sumber : Data Hasil Penelitian)

Perbandingan Biaya: Konvensional vs BIM

Hasil perbandingan biaya menunjukkan perbedaan signifikan:

Tabel 2: Total Selisih Perbandingan Nilai CCO Rangka Atap

METODE	TOTAL HARGA (Rp)	SELISIH (Rp)	PRESENTASE (%)
Metode Konvensional	16,783,476,141.28	1,008,695,004.18	15.64% Lebih Besar
Tekla Structures	15,774,781,137.10	-	-

(Sumber : Data Hasil Penelitian)

Perbedaan biaya Rp 1,008 miliar atau 15,6 % menunjukkan bahwa metode BIM lebih efisien. Walaupun persentasenya relatif kecil, nilai absolut yang besar sangat signifikan dalam konteks proyek berskala ratusan miliar rupiah

Efisiensi ini diperoleh dari:

- Akurasi volume material, mengurangi deviasi perhitungan manual.
- Otomatisasi gambar kerja, yang menghindarkan duplikasi pekerjaan.
- Koordinasi lintas disiplin, melalui visualisasi 3D yang mempercepat pengambilan keputusan teknis.

Temuan ini konsisten dengan Azari et al. (2022), namun penelitian ini lebih jauh menegaskan relevansi BIM dalam konteks proyek pemerintah di daerah terpencil, yang belum banyak dikaji sebelumnya.

3.6 Implikasi Hasil Penelitian

Secara praktis, hasil ini membuktikan bahwa BIM *Tekla Structures* mampu menjadi solusi dalam mengurangi risiko CCO dengan memberikan efisiensi

biaya, meningkatkan akurasi desain, serta mempercepat koordinasi antar-stakeholder. Hal ini memiliki implikasi penting bagi pemerintah daerah, yang dapat mempertimbangkan penerapan BIM sebagai standar dalam dokumen kontrak proyek konstruksi.

Secara teoretis, penelitian ini memberikan kontribusi baru dengan menyoroti peran BIM bukan hanya pada aspek teknis desain, tetapi juga sebagai strategi manajerial untuk mengurangi risiko kontraktual di daerah dengan keterbatasan geografis. Inilah novelty utama penelitian ini: menghadirkan perspektif baru tentang penerapan BIM dalam konteks proyek pemerintah di wilayah terpencil, yang sebelumnya belum banyak disentuh dalam literatur (Nenadović & Milošević, 2022; Nugroho et al., 2022).

4. Kesimpulan dan Saran

Penelitian ini menyimpulkan bahwa penerapan BIM dengan *Tekla Structures* efektif dalam meminimalkan *Contract Change Order* (CCO) melalui akurasi desain, otomatisasi shop drawing, dan QTO. Efisiensi biaya sebesar Rp 1.008.695.004,18 atau 2,64% dibanding metode konvensional menunjukkan bahwa BIM mampu memberikan nilai tambah signifikan pada proyek konstruksi berskala besar. Selain itu, visualisasi 3D *Tekla Structures* meningkatkan komunikasi antar-stakeholder dan mengurangi risiko kesalahan teknis.

Secara praktis, pemerintah daerah disarankan untuk menjadikan BIM sebagai salah satu persyaratan dalam dokumen kontrak proyek konstruksi. Kontraktor dan konsultan perlu mengadopsi BIM untuk meningkatkan efisiensi, sedangkan penelitian selanjutnya dapat mengkaji implementasi BIM pada berbagai tipe proyek di wilayah berbeda. Dari sisi pengembangan industri, peningkatan kapasitas SDM melalui pelatihan dan sertifikasi BIM menjadi langkah strategis.

5. Referensi

- Azari, A., Ashuri, B., & Faghihi, V. (2022). Integrating BIM into construction management: Benefits, challenges, and future directions. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(6), 04022056.
- Kustiah, E., Putra, H. A., & Nugraha, B. (2022). Analisis dampak perubahan kontrak terhadap kinerja proyek konstruksi. *Jurnal Teknik Sipil Indonesia*, 24(1), 45–54.
- Llatas, C., Rodríguez, A., & Neila, F. J. (2022). Improving construction efficiency through BIM-based QTO. *Automation in Construction*, 135, 104137.
- Minawati, H. (2017). Pemodelan struktur baja menggunakan *Tekla Structures* untuk meningkatkan akurasi estimasi biaya. *Jurnal Rekayasa Sipil*, 13(2), 89–96.
- Nenadović, M., & Milošević, G. (2022). BIM applications in structural engineering: Case studies and challenges. *Journal of Civil Engineering and Management*, 28(3), 177–190.
- Nugroho, A., Prabowo, H., & Wibowo, A. (2022). Analisis implementasi BIM pada proyek gedung bertingkat di perkotaan. *Jurnal Konstruksi*, 11(2), 101–110.
- Paramitha, R., & Dibiantara, I. (2023). Penerapan BIM untuk mengurangi risiko clash desain pada proyek infrastruktur. *Jurnal Infrastruktur*, 9(1), 23–34.
- Rajanubn, S., et al. (2022). Causes and impacts of design changes in construction projects: A review. *International Journal of Project Management*, 40(4), 285–298
- ada lebih dari 1 penulis dan detailnya berbeda, detail penulis kedua harus ditempatkan di bawah yang pertama. Jika detailnya umum, ikuti format ini: nama lain1 n

ama keluarga1 dan nama keluarga2 nama keluarga2. Bagian mungkin diberi nomor atau tidak. Dengan demikian, baik Pendahuluan dan 1. Pengenalan sama-sama dapat diterima. Semua teks harus dibenarkan kecuali jika penyalarsan disebutkan secara eksplisit. Spasi baris default adalah 11 unit.