PEMODELAN 3D *BUILDING INFROMATION MODELLING* (BIM) PADA STRUKTUR ATAS JEMBATAN RANGKA LAMANDAU KALIMANTAN TENGAH

Nurul Berlian Oktaviani[1], Ester Priskasari[2], dan Maranatha Wijayaningtyas[3]

[1]Jurusan Teknik Sipil, ITN Malang, Jalan Sigura-gura No. 2 Malang
Email: berlian.nurul12@gmail.com
[2] Jurusan Teknik Sipil, ITN Malang, Jalan Sigura-gura No. 2 Malang
Email: esterpriskasari@gmail.com
[3]Prodi Teknik Sipil, ITN Malang, Jalan Sigura-gura No. 2 Malang
Email: maranatha@lecturer.itn.ac.id

ABSTRACT

The implementation of Building Information Modelling (BIM) has become a driving force in the digital transformation of the modern construction industry by overcoming the limitations of conventional two-dimensional (2D) drawings and manual calculations. This study aims to develop a 3D model of the upper structure of the 65-meter Lamandau Truss Bridge in Central Kalimantan using Tekla Structures 2025 at Level of Development (LOD) 350 and to generate material quantity information through Quantity Take-Off (QTO) analysis. The research employed a descriptive quantitative method using secondary data in the form of the project's as-built drawings. The results indicate that the 3D parametric model successfully reconstructed all major bridge components, including the main girders, cross girders, stringers, bracing system, composite bridge deck, connections, bolts, and elastomeric bearings. In addition to providing an integrated visualization of the bridge structure, the BIM model automatically extracted material quantity data through the Report feature, producing detailed information on the volume and weight of each structural component. Therefore, the implementation of 3D BIM using Tekla Structures 2025 provides an informative digital model that serves as as-built documentation and supports the preparation of material quantity data for bridge construction projects.

Keywords: Building Information Modelling (BIM), Tekla Structures 2025, Truss Bridge, Quantity Take-Off (QTO)

ABSTRAK

Penerapan teknologi *Building Information Modelling* (BIM) menjadi pendorong transformasi dalam industri konstruksi modern untuk mengatasi kelemahan metode konvensional berbasis gambar dua dimensi (2D) dan perhitungan manual. Penelitian ini bertujuan memodelkan struktur atas Jembatan Rangka Lamandau sepanjang 65 meter di Kalimantan Tengah menggunakan perangkat lunak Tekla Structures 2025 pada Level of Development (LOD) 350 serta menghasilkan informasi kuantitas material melalui analisis *Quantity Take-Off* (QTO). Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif deskriptif dengan memanfaatkan data sekunder berupa gambar *as-built* proyek. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemodelan parametrik 3D berhasil merekonstruksi seluruh elemen utama jembatan secara presisi, meliputi gelagar induk, gelagar melintang, gelagar memanjang, ikatan angin, pelat lantai kendaraan komposit, sambungan, baut, dan elastomeric bearing. Selain menghasilkan visualisasi yang terintegrasi, model BIM juga mampu mengekstraksi data kuantitas material secara otomatis melalui fitur *Report* sehingga diperoleh informasi volume dan berat setiap komponen struktur. Dengan demikian, pemodelan BIM 3D menggunakan Tekla Structures 2025 dapat menghasilkan model digital yang informatif sebagai dokumentasi *as-built* serta mendukung penyusunan data kuantitas material pada proyek konstruksi jembatan.

Kata kunci: *Building Information Modelling* (BIM), Tekla *Structures* 2025, Jembatan Rangka, *Quantity Take-Off* (QTO)

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangann teknologi di dalam industri konstruksi mendorong transformasi melalui penerapan *Building Information Modelling* (BIM). Salah satu implementasi utama BIM adalah pemodelan 3D selain itu penerapan BIM mampu meningkatkan efektivitas proses perencanaan, pelaksanaan serta pengendalian proyek sehingga dapat meminimalakan kesalahan yang sering terjadi pada metode konvesiomal yang masih mengandalkan

gambar 2D dan perhitungan manual (Putri et al., 2026). Dengan pemodelan 3D proses visualisasi, koordinasi antar elemen serta analisis desain dapat dilakukan dengan lebih akurat dan efisien sehingga mampu mendukung pengambilan keputusan selama siklus proyek (Alifudin & Mirnayani, 2022).

Pada era modernisasi saat ini, proyek konstruksi jembatan menuntut tingkat presisi yang sangat tinggi, baik dari segi perencanaan geometris maupun estimasi pembiayaan operasional. Namun, permasalahan utama yang kerap kali timbul pada pelaksanaan proyek konstruksi konvensional adalah terjadinya ketidaksesuaian antar dokumen gambar perencanaan dua dimensi (2D). Selain masalah geometri, metode konvensional memiliki kelemahan maendasar dalam melakukan kalkulasi volume material (Syach et al., 2023).

Teknologi *Building Information Modeling* (BIM) hadir sebagai langkah baru yang membawa transformasi digital pada industri konstruksi. Melalui pemanfaatan platform BIM spesialisasi struktur seperti Tekla *Structures* 2025, pemodelan elemen jembatan dapat dirancang secara tiga dimensi (3D) parametrik dengan informasi visual dan struktural. Keunggulan utama dari pendekatan 3D Tekla ini terletak pada kemampuannya untuk melakukan ekstraksi kuantitas volume material secara otomatis, dinamis, dan presisi yang dikenal sebagai proses *Quantity Take-Off* (QTO). Tingkat akurasi volume bersih yang dihasilkan oleh model digital terintegrasi ini terbukti jauh lebih unggul dalam meminimalkan faktor risiko *human error* serta mengeliminasi kesalahan pembulatan aritmatika desimal jika dibandingkan dengan metode perhitungan manual berbasis spreadsheet konvensional (Umar et al., 2024).

Visualisasi berbasis objek 3D ini memberikan transparansi penuh terhadap setiap komponen penampang baja dan penulangan beton yang dimodelkan (Wicaksono et al., 2025). Penerapan pemodelan berbasis BIM 3D Tekla ini berada pada fungsinya sebagai basis data informasi yang valid untuk efektivitas pengendalian proyek. Data kuantitas volume material yang diperoleh dari hasil gambar yang telah dimodelkan. Pemodelan tersebut akan menjadi dasar utama dalam pekerjaan yang akan dilakukan (Wulan et al., 2025).

Penelitian ini mengambil studi kasus spesifik pada struktur atas Pembangunan Jembatan PT. Sawit Lamandau Raya sepanjang 65 meter dengan jenis jembatan rangka baja yang berlokasi di Desa Tanjung Beringin, Kabupaten Lamandau, Kalimantan Tengah. Pemilihan studi kasus ini didasarkan pada kompleksitas tata kelola simpul sambungan dan penulangan jembatan logistik kelapa sawit bertonase berat. Rumusan masalah dalam penelitian ini difokuskan pada perancangan alur kerja pemodelan parametrik menggunakan Tekla Structures 2025. Adapun tujuan utama dari penelitian ini adalah merkonstruksi dokumentasi aset jembatan pasca-terbangun (*as-built*) yang transparan sekaligus menyediakan instrumen kendali mutu kuantitas volume material.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Building Information Modeling (BIM)

Building Information Modeling (BIM) merupakan salah satu transformasi teknologi digital paling signifikan dalam industri konstruksi modern saat ini. Berbeda dengan pendekatan konvensional berbasis *Computer-Aided Design* (CAD) dua dimensi (2D) yang memisahkan elemen grafis dari data teks pendukungnya, teknologi BIM mampu mengintegrasikan parameter geometri, spesifikasi material, dan hubungan spasial ke dalam satu model tiga dimensi (3D) parametrik tunggal yang kaya akan metadata (Wicaksono et al., 2025). Dalam industri konstruksi, BIM berfungsi sebagai platform berbagi pengetahuan dan informasi terpadu yang memuat karakteristik fungsional serta fisik dari suatu fasilitas sepanjang siklus hidup bangunan tersebut.

Implementasi BIM pada Konstruksi Jembatan

Proyek jembatan termasuk dalam kategori infrastruktur dengan tingkat kompleksitas yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh rumitnya koordinasi antar-elemen struktural yang mendetail, mulai dari *abutment*, pilar, gelagar, lantai kendaraan, hingga sistem pondasi seperti *bore pile*. Mengingat karakteristik tersebut, sektor pembangunan jembatan menjadi salah satu bidang yang memperoleh efisiensi terbesar dari penerapan BIM, khususnya dalam mengelola data geometris yang rumit serta memproyeksikan kebutuhan material secara akurat. Melalui pemanfaatan model digital 3D yang terintegrasi, setiap modifikasi pada komponen spesifik jembatan—misalnya perubahan dimensi pilar atau *abutment*—akan langsung memperbarui seluruh dokumen gambar teknis dan kalkulasi volume material secara otomatis dan *real-time*. Mekanisme otomatisasi ini tidak hanya memangkas alur pertukaran informasi dan meminimalisasi risiko kelalaian manusia (*human error*), tetapi juga mengoptimalkan efektivitas pengendalian jadwal serta anggaran pelaksanaan proyek. (Putri et al., 2026).

Pemodelan 3D dan Parameterisasi Volume dengan Tekla *Structures*

Dalam pemodelan detail struktur atas jembatan, perangkat lunak Tekla *Structures* 2025 yang mampu mencapai *Level of Development* (LOD) 350. Kedalaman informasi ini memungkinkan penggambaran komponen fisik secara riil, mulai dari profil rangka utama, pelat simpul sambungan, susunan

baut, hingga detail pembesian pelat lantai beton secara presisi (Umar et al., 2024). Keunggulan utama dari model 3D Tekla yang terintegrasi ini terletak pada fitur *Quantity Take-Off* (QTO) yang dapat mengekstrak kuantitas volume material bersih secara otomatis dan dinamis. Data kuantitas volume yang diekstraksi secara digital ini meminimalkan risiko terjadinya *human error* serta mengeliminasi pengabaian volume pada area tumpang tindih (overlap) antar elemen struktural yang kerap dijumpai pada kalkulasi manual (Syach et al., 2023).

3. METODOLOGI PENELITIAN

Tahapan Pemodelan Digital dan Parameter Geometri Tekla

Penelitian kuantitatif deskriptif ini mengevaluasi struktur atas pembangunan Jembatan PT. Sawit Lamandau Raya sepanjang 65 meter di Desa Tanjung Beringin, Kabupaten Lamandau, Kalimantan Tengah menggunakan data sekunder berupa gambar as-built, Alur kerja pemodelan digital menggunakan Tekla *Structures* 2025 diawali secara kronologis dengan menyusun referensi spasial berupa garis kisi horizontal (*as-grid*) dan tingkatan elevasi vertikal jembatan. Parameterisasi dilanjutkan melalui menu *Profile Catalog* untuk menginput dimensi penampang baja kustom *non*-standar yang tertera pada dokumen proyek. Berdasarkan jangkar koordinat tersebut, pemodelan fisik elemen struktur atas dilakukan secara menyeluruh mencakup gelagar induk *H-Beam*, gelagar melintang, gelagar memanjang, ikatan angin (*bracing*), komponen pelat lantai komposit (*steel deck*, *shear stud*, dan *rebar*), hingga detail baut sambungan dan perletakan *elastomeric bearing*.

Tahapan Analisis *Quantity Take-Off* (QTO) dan Komparasi Volume

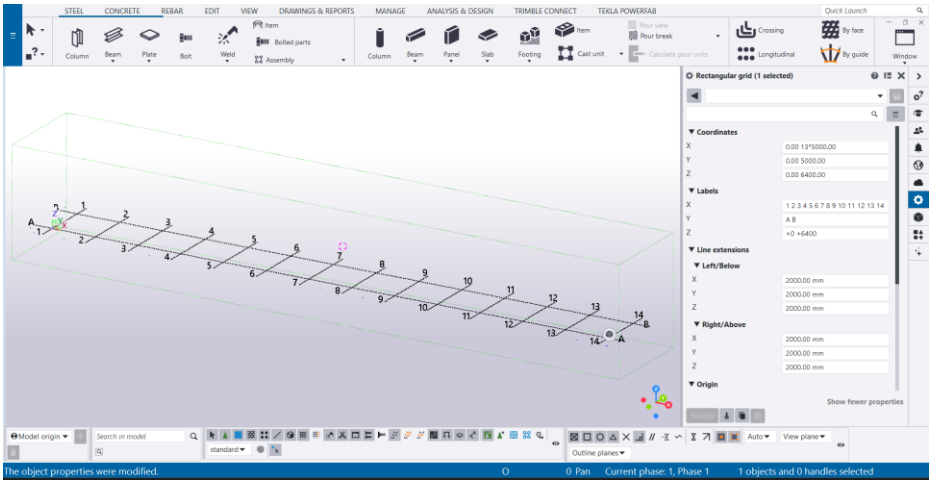
Model parametrik 3D yang telah divalidasi menjadi basis data utama dalam analisis *Quantity Take-Off* (QTO). Melalui fitur pelaporan otomatis (*Report*) di Tekla *Structures*, volume dan berat bersih dari masing-masing kategori elemen struktural diekstraksi secara langsung menjadi dokumen *Bill of Quantities* (BoQ). Data kuantitas material digital ini kemudian disandingkan dengan data volume konvensional

proyek untuk dihitung nilai deviasi atau selisih persentasenya, dilanjutkan dengan analisis kualitatif guna mengidentifikasi faktor pemicu perbedaan volume tersebut.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

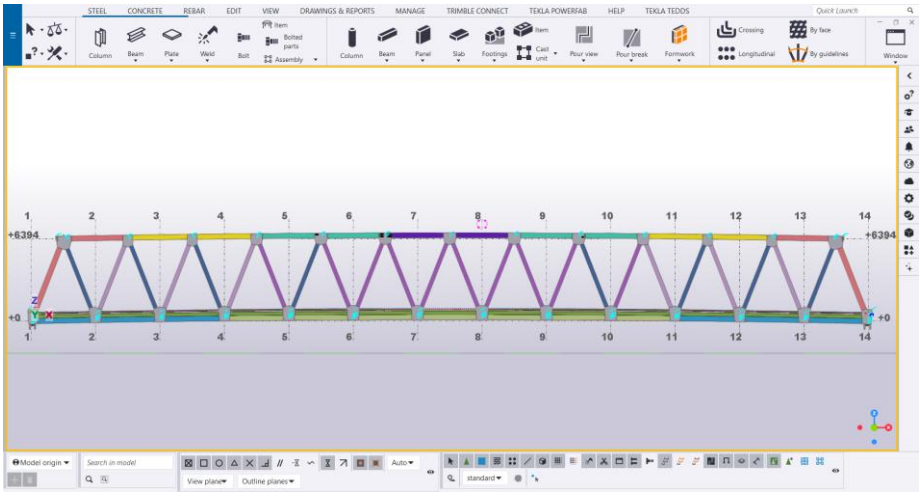
Hasil Pemodelan 3D Rangka Jembatan dan Parameterisasi Penampang

Tahapan awal dilakukan dengan dokumen gambar 2D *As-Built Drawing* jembatan bentang 65 meter ke dalam format digital 3D dimulai dengan membuat grid dan elevasi seperti pada gambar 1. Grid dan elevasi ini bertujuan sebagai dasar dalam membuat pemodelan.

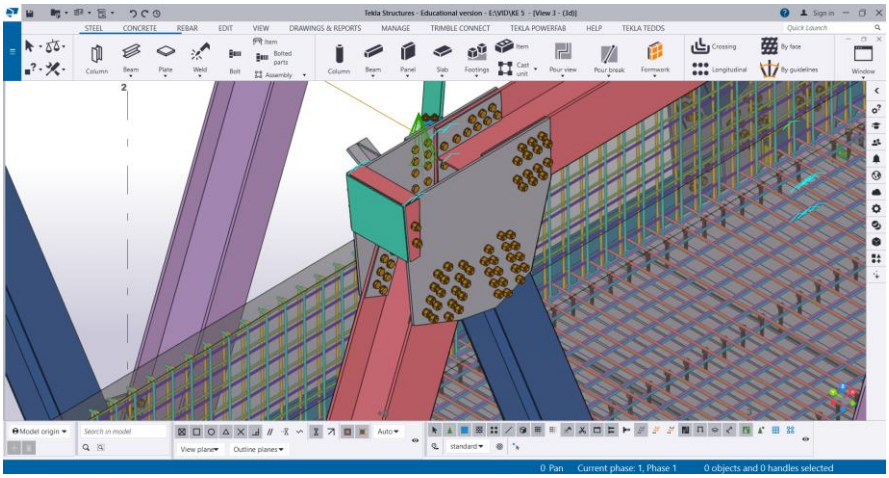


Gambar 1 As - Grid dan Elevasi Tekla Structure

Tahap selanjutnya berfokus pada pembuatan model geometri dan visualisasi struktur jembatan. Proses ini diawali dengan memodelkan elemen gelagar induk beserta detail sambungannya.

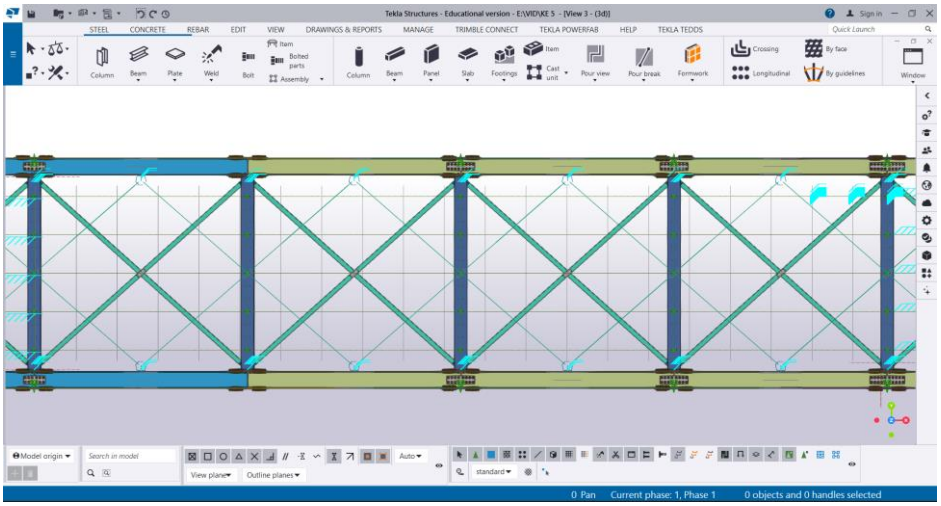


Gambar 2 Hasil Pemodelan Gelagar Induk



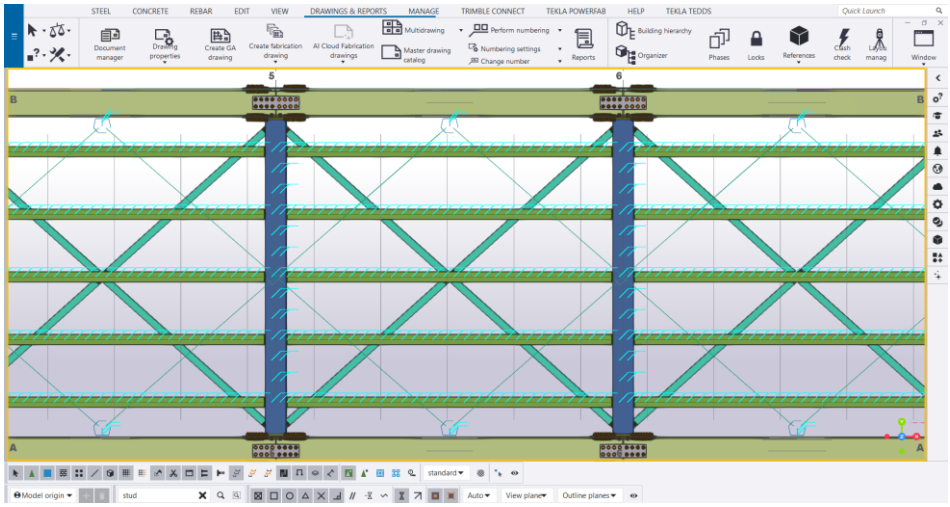
Gambar 3 Hasil Pemodelan Detail Sambungan

Setelah pemodelan gelagar induk selesai, proses dilanjutkan dengan memodelkan gelagar melintang (*cross girder*) yang terintegrasi dengan ikatan angin (*bracing*). Pada bagian ini, gelagar melintang dirancang menggunakan profil baja WF (*Wide Flange*). Penambahan komponen ini berfungsi untuk mengikat struktur utama jembatan agar lebih kaku dan stabil dalam menahan beban lateral.



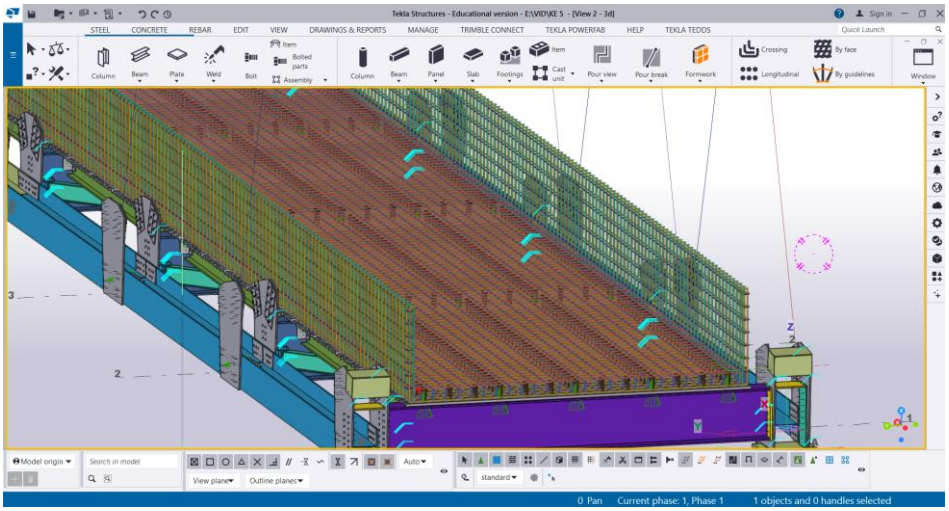
Gambar 4 Hasil Pemodelan Gelagar Melintang dan Ikatan Angin

Selanjutnya, pemodelan dilengkapi dengan menyusun komponen gelagar memanjang (*stringer*). Penambahan elemen ini berfungsi untuk melengkapi subsistem struktur atas jembatan yang nantinya akan menopang pelat lantai kendaraan secara langsung.



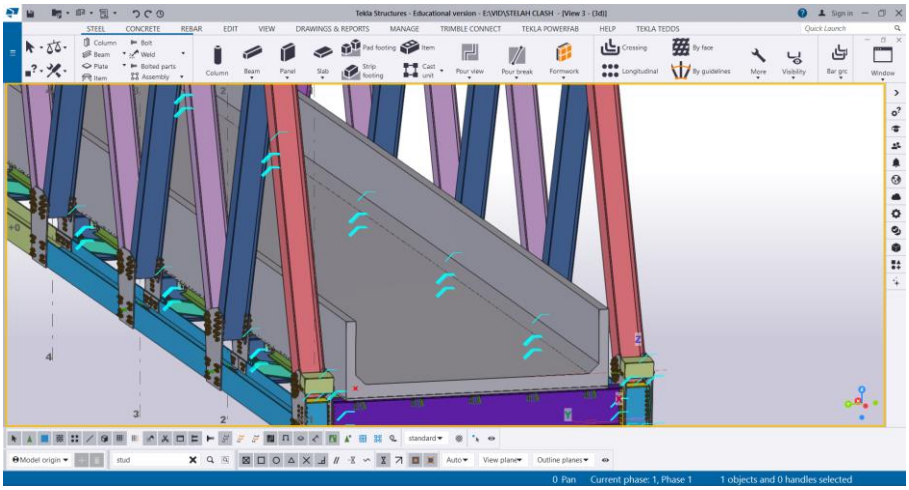
Gambar 5 Hasil Pemodelan Gelagar Memanjang

Langkah berikutnya berfokus pada pembuatan model lantai kendaraan. Proses ini diawali dengan memasang komponen *steel deck* di atas gelagar memanjang, yang diikuti dengan penempatan elemen *shear stud* sebagai penghubung geser komposit. Setelah itu, pemodelan dilanjutkan ke bagian pembesian lantai jembatan. Sistem penulangan pada pelat ini menggunakan baja tulangan ulir BJTS D13 yang dipasang dua arah, yaitu searah panjang jembatan (memanjang) dan tegak lurus jembatan (melintang). Terakhir, untuk melengkapi detail struktur bagian atas, dilakukan pemodelan tulangan pagar pembatas dengan menggunakan besi vertikal berbentuk U.



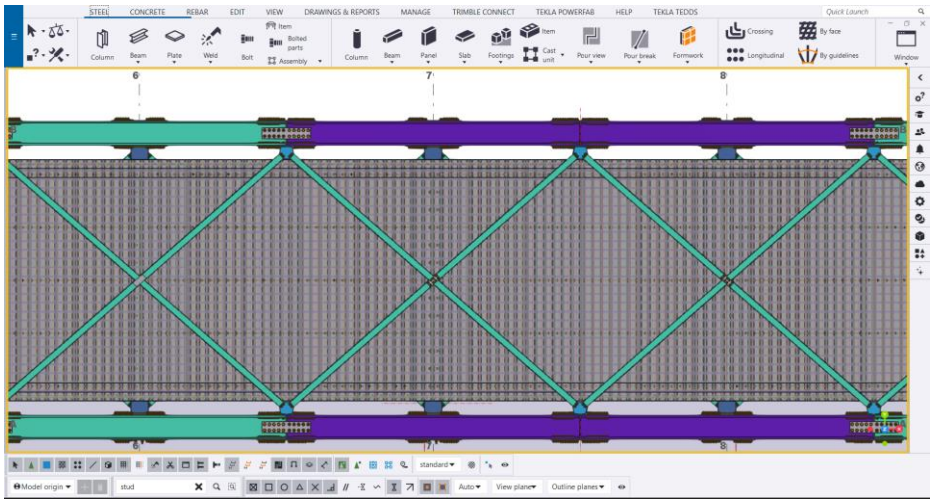
Gambar 6 Hasil pemodelan Penulangan Lantai Kendaraan

Setelah seluruh sistem pembesian lantai kendaraan selesai dipasang, tahap berikutnya adalah memodelkan pengecoran atau pembetonan pelat lantai. Pada proses ini, volume beton dimodelkan menyelimuti seluruh anyaman tulangan BJTS D13 dan bagian atas *steel deck* yang telah diatur sebelumnya. Pemodelan beton ini disesuaikan dengan tebal rencana pelat lantai jembatan untuk memastikan seluruh elemen tulangan dan konektor geser tertutup dengan sempurna.



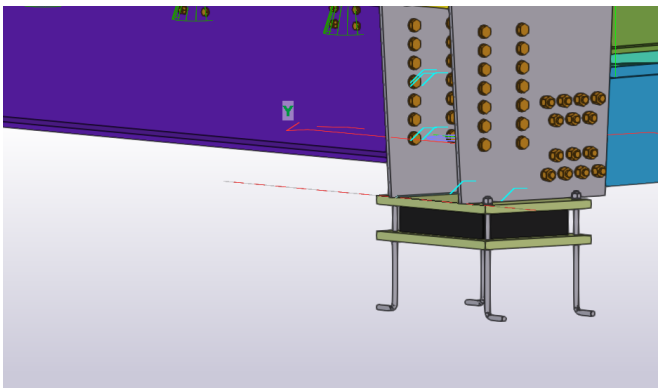
Gambar 7 Hasil Pemodelan Pembetonan Lantai Kendaraan

Selanjutnya, dilakukan pemodelan ikatan angin atas (*top bracing*) untuk melengkapi bagian atas jembatan. Proses ini dilakukan dengan memasang elemen pengaku tersebut langsung pada gelagar induk.



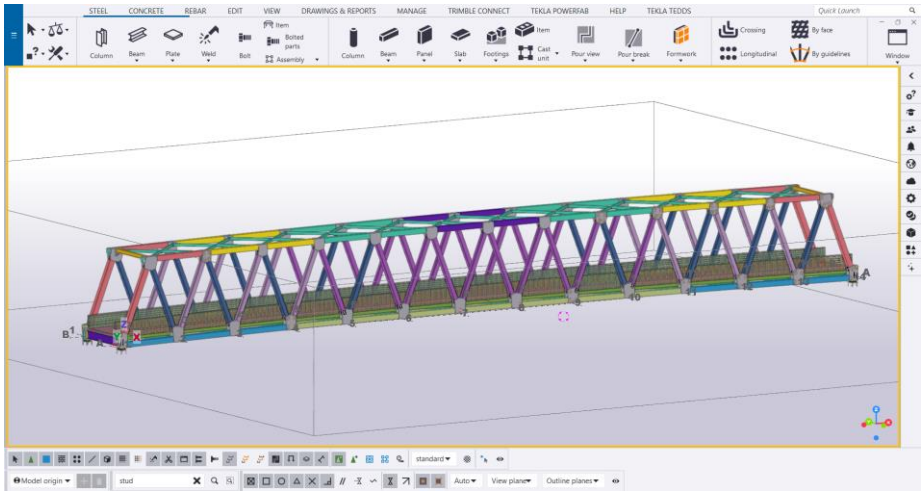
Gambar 8 Hasil Pemodelan Ikatan Angin Atas

Setelah seluruh rangkaian pemodelan struktur, tahap terakhir adalah memasukkan komponen tumpuan jembatan. Untuk bagian ini, jenis tumpuan yang digunakan adalah bantalan karet elastomer (*elastomeric bearing*). Pemodelan tumpuan ini diletakkan di bawah gelagar induk.



Gambar 9 Hasil Pemodelan Elastomeric

Hasil visualisasi dari masing-masing komponen jembatan secara terpisah ini membuktikan bahwa pemodelan menggunakan *Tekla Structures* mampu menyajikan data teknis yang sangat informatif. Dengan metode ini, setiap elemen struktur dapat ditunjukkan detail geometrinya secara mandiri, sehingga memudahkan pemahaman mengenai konfigurasi komponen jembatan secara menyeluruh.



Gambar 10 Hasil Pemodelan 3D Jembatan di Desa Tanjung Beringin Lamandau Kalimantan Tengah

Analisis *Quantity Take-Off* (QTO) BIM Menggunakan Tekla *Structure*

Setelah memastikan seluruh geometri elemen valid dan pas, volume material langsung diekstrak otomatis lewat menu *Report.* Dari pemodelan Tekla ini, didapatkan *output* yang tersaji di dalam tabel. Hasil perhitungan ini terjamin objektivitasnya karena angkanya ditarik langsung dari dimensi fisik objek visual di dalam model.

Tabel 1 Volume Struktur Atas

URAIAN	VOLUME	SATUAN
Profil Rangka Baja	116,450	Kg
Sambungan	7,684	kg
Baut	4,469	Kg
Steel Desk	4,420	Kg
Penulangan Pelat Lantai	10,588	Kg
Beton Pelat Lantai	84,717	m^3

Tabel 2 Volume Elastomeric

URAIAN	VOLUME	SATUAN
Elastomer Lateral	4	Buah
Elastomer Utama	4	Buah

Hasil *output* otomatis ini membuktikan keunggulan BIM 3D dalam menekan risiko salah hitung (*human error*) yang sering terjadi pada kalkulasi manual atau konvensional. Hal ini bisa terjadi karena sistemnya bersifat dinamis; setiap kali ada perubahan dimensi pada komponen jembatan, nilai volumenya akan langsung terupdate secara otomatis.

Perbandingan Volume *Building Information Modelling* (BIM) dengan konvensional

Data volume otomatis dari Tekla Structures kemudian kemudian dikomparasikan langsung dengan hitungan manual (backup volume aktual proyek). Perbandingan ini menunjukkan adanya selisih volume material, yang sebagian besar dipicu oleh pembulatan desimal kalkulasi manual serta kekeliruan dalam menghitung pengurangan volume pada area struktur yang saling overlap.

Evaluasi perbandingan antara estimasi perencana dan pemodelan BIM dilakukan dengan menghitung persentase selisihnya melalui persamaan di bawah ini:

Selisih :

$$\left(\frac{Volume\ Konvensional - Volume\ BIM}{Volume\ Konvensional}\right)\times 100\% \quad \text{.....(1)}$$

- Selisih kebutuhan Profile Rangka Baja

  $= \left(\frac{116{,}450 - 150{,}290}{1150{,}290}\right)\times 100\%$

  $= 22{,}51\%$

Tabel 3 Perbandingan Volume Struktur Atas

Nama	Volume BIM	Volume Rencana	Satuan	Selisih (%)
Profil Rangka Baja	116,450	150,290	Kg	22,51
Baut	4,469	6,011	Kg	
Penulangan	10,584	13,766	Kg	25,66
Beton Pelat Lantai	84,72	100,88	M^3	16,02

Tabel 4 Perbandingan Volume Elastomer

Nama	Volume Bim	Volume Rencana	Satuan	Selisih (%)
Elastomer Lateral	4	4	Bh	0
Elastomer Utama	4	4	Bh	0

Melalui analisis ini menegaskan bahwa estimasi volume berbasis BIM 3D menggunakan Tekla *Structures* menyajikan hasil perhitungan yang lebih objektif. *Output* tersebut menjadi dasar evaluasi untuk meningkatkan akurasi perencanaan dan validasi volume aktual pada proyek infrastruktur jembatan.

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemodelan 3D *Building Information Modelling* (BIM) dan analisis *Quantity Take-Off* (QTO) pada struktur atas Jembatan Rangka Lamandau Kalimantan Tengah sepanjang 65 meter menggunakan perangkat lukas Tekla Structures 2025, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Alur kerja pemodelan parametrik 3D berhasil merekonstruksi seluruh detail geometri dan visualisasi fisik struktur atas jembatan secara menyeluruh hingga mencapai *Level of Development* (LOD) 350. Model digital terintegrasi ini menyajikan visualisasi yang informatif dan presisi dari elemen gelagar induk H-Beam, sambungan pelat simpul beserta susunan baut, gelagar melintang WF, gelagar memanjang (*stringer*), ikatan angin (*bracing*), komponen pelat lantai komposit (*steel deck*, *shear stud*, dan penulangan BJTS D13 dua arah), hingga peletakan tumpuan *elastomeric bearing*.
2. Penerapan analisis QTO berbasis BIM terbukti memberikan tingkat objektivitas kuantitas yang tinggi karena angka ditarik langsung dari dimensi fisik objek visual. Nilai volume material bersih yang diekstraksi secara otomatis melalui fitur *Report* menghasilkan berat profil rangka baja sebesar 116.450 Kg, sambungan pelat 7.684 Kg, baut 4.469 Kg, *steel deck* 4.420 Kg, penulangan pelat lantai sebesar 10.584 Kg, serta volume beton pelat lantai sebesar 84,72 m^3.
3. Evaluasi komparasi menunjukkan adanya deviasi (selisih kuantitas) material yang cukup signifikan antara hitungan BIM dengan volume rencana konvensional proyek. Persentase selisih untuk kebutuhan profil rangka baja adalah sebesar 22,51%, penulangan pelat lantai sebesar 25,66%, dan beton pelat lantai sebesar 16,02%. Sementara itu, komponen *elastomeric bearing* (lateral dan utama) menunjukkan nilai deviasi 0% atau tidak mengalami perubahan kuantitas (tetap masing-masing berjumlah 4 buah).
4. Faktor pemicu utama terjadinya deviasi kuantitas tersebut adalah kelemahan mendasar metode perhitungan manual berbasis *spreadsheet* konvensional yang cenderung kurang teliti dalam menghitung pengurangan volume akibat area elemen struktural yang saling tumpang tindih (*overlap*) serta rentan terhadap *human error* berupa pembulatan angka desimal aritmatika. Karakteristik model BIM 3D yang dinamis memastikan setiap pembaruan dimensi geometri akan langsung merevisi nilai volume material secara otomatis, sehingga sangat efektif dijadikan instrumen kendali mutu kuantitas dan validasi data aset pasca-terbangun (*as-built drawing*).

DAFTAR PUSTAKA (DAN PENULISAN PUSTAKA)

Alifudin, R., & Mirnayani. (2022). *Pengaruh Implementasi BIM terhadap Akurasi dan Waktu Perhitungan Volume Tanah pada Proyek Infrastruktur*.

Putri, K. N. S., Ayu, L., Winanda, R., Petrus Manaha, Y., Yudianto, E. A., & Artikel, R. (2026). PEMODELAN 3D SEBAGAI IMPLEMENTASI BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) PADA PROYEK JEMBATAN INFO ARTIKEL ABSTRAK. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, *x No. x*, 44–54.

Syach, R. F., Maulana, R., Heicqal Ardian, O., & Novita Sari, S. (2023). PADA GEDUNG SERBAGUNA DI DESA TOWANGSAN 1). *Agustus*, *2*(3). https://doi.org/10.55123

Umar, A. A., Damar Oemar Ghibran, & Larashati B'tari Setyaning. (2024). Implementasi BIM (Building Information Modelling) Take-Off Quantity Dengan Menggunakan Software Tekla Structures. *Jurnal Surya Beton*, *8*(1). http://jurnal.umpwr.ac.id/index.php/suryabeton

Wicaksono, A. I., Purnomo, A., Abdhy, M., & Hs, G. (2025). *Penerapan BIM 4D Proyek Rehap Total Gedung Sekolah SMPN 117 Jakarta*.

Wulan, T., Jusmidah, J., & Haerianti, H. (2025). Evaluasi Manajemen Waktu Dengan Mengunakan Metode Critical Path Method (CPM) Pada Proyek Pembangunan Penambahan Ruang Puskesmas Lamasi, Kabupaten Luwu. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, *25*(3), 694–705. https://doi.org/10.35965/eco.v25i3.7965