

Perhitungan Quantity Takeoff Pada Bangunan Industri Menggunakan Autodesk Revit Dan Glodon Cubicost

Enzo Ezekiel Alden Pojoh^{1*}, Vicky Alexander Assa², Stefani Switly Peginusa³

^{1,2,3}Program Studi Konstruksi Bangunan Gedung, Teknik Sipil, Politeknik Negeri Manado, Manado, Indonesia

*Corresponding author: pojohenzo@gmail.com

Abstrak: Perhitungan *quantity takeoff* (QTO) pada bangunan industri banyak dilakukan dengan menggunakan gambar dua dimensi dan revisi desain yang sering terjadi. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun alur integrasi model Autodesk Revit ke Glodon Cubicost TAS dan TRB melalui format IFC, menghitung volume beton dan berat tulangan pekerjaan struktur, mengukur selisihnya terhadap Bill of Quantity (BoQ) proyek, dan mengidentifikasi penyebab selisih tersebut. Penelitian menggunakan desain studi kasus bangunan industri seluas 9.180 m². Pile cap, sloof, kolom, balok, dan corbel dimodelkan di Revit berdasarkan gambar kerja, diekspor ke format IFC 2x3, kemudian dianalisis di Cubicost TAS untuk beton dan Cubicost TRB untuk tulangan. Perhitungan dari BIM menghasilkan volume beton 1.238,470 m³ dan berat tulangan 273.203,9 kg. Kedua nilai lebih besar dari BoQ pada semua item, dengan selisih total 22,5% untuk beton dan 42,2% untuk tulangan. Selisih beton berkisar dari 8,9% pada balok sampai 51,4% pada pile cap, sedangkan selisih tulangan berkisar dari 23,0% pada pile cap sampai 53,7% pada kolom. Pemeriksaan dengan metode panjang bersih pada kolom K3 bawah menunjukkan TRB menghasilkan berat 32,7 % lebih besar karena memperhitungkan sambungan lewatan, tulangan stek, penjangkaran, dan kait. Integrasi Revit dan Cubicost dapat dipakai untuk pekerjaan struktur, tetapi data tulangan perlu diinput ulang di TRB dan elemen tidak standar seperti corbel belum terbaca sebagai elemen parametrik.

Kata kunci: Quantity takeoff, BIM, Autodesk Revit, Glodon Cubicost, IFC

Abstract: *Quantity takeoff (QTO) for industrial buildings is frequently performed using two-dimensional drawings, often amidst frequent design revisions. This study aims to establish an integration workflow from Autodesk Revit models to Glodon Cubicost TAS and TRB via the IFC format, calculate concrete volumes and reinforcement weights for structural works, measure the variance against the project's Bill of Quantities (BoQ), and identify the causes of these discrepancies. The research utilizes a case study of a 9,180 m² industrial building. Structural elements—including pile caps, tie beams, columns, beams, and corbels—were modeled in Revit based on construction drawings, exported to the IFC 2x3 format, and subsequently analyzed using Cubicost TAS for concrete and Cubicost TRB for reinforcement. BIM-based calculations yielded a concrete volume of 1,238.470 m³ and a reinforcement weight of 273,203.9 kg. Both figures exceeded the BoQ values across all items, with total variances of 22.5% for concrete and 42.2% for reinforcement. Concrete variances ranged from 8.9% for beams to 51.4% for pile caps, while reinforcement variances ranged from 23.0% for pile caps to 53.7% for columns. A verification using the net length method on the lower K3 column revealed that TRB calculated a 32.7 % higher weight because it accounted for lap splices, starter bars, anchorage, and hooks. While the integration of Revit and Cubicost is viable for structural work, reinforcement data requires re-inputting in TRB, and non-standard elements—such as corbels—are not yet recognized as parametric elements.*

Keywords: Quantity takeoff, BIM, Autodesk Revit, Glodon Cubicost, IFC

Pendahuluan

Pekerjaan konstruksi mulai berpindah dari gambar dua dimensi ke model yang bisa menyimpan data geometri dan atribut nongeometris, seperti material, jadwal, dan biaya. Pendekatan ini disebut *Building Information Modeling* (BIM). Model yang dihasilkan bisa digunakan bersama oleh berbagai disiplin (Sacks, Eastman, Lee, & Teicholz, 2018). Saat ini BIM sudah berkembang dari pemodelan 3D ke penjadwalan (4D), biaya (5D), analisis keberlanjutan, sampai pengelolaan aset dan pemeliharaan gedung (Charef, Alaka, & Emmitt, 2018; Soetjipto, Zarkasi, & Trisiana, 2023). Di Indonesia, BIM diwajibkan untuk bangunan gedung pemerintahan yang tidak sederhana dan memiliki luas di atas 2.000 m² serta lebih dari dua lantai. Hal ini diatur

melalui Peraturan Menteri PUPR Nomor 22/PRT/M/2018 (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2018). Untuk jalan dan jembatan, penerapannya diatur dalam Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 11/SE/Db/2021 (Direktorat Jenderal Bina Marga, 2021).

Penerapan BIM di lapangan masih bervariasi dari satu proyek ke proyek lain (Hatmoko, Fundra, Wibowo, & Zhabrinna, 2019). Hartono, Amalia, Susanto, & Handayani (2023) mengukur penerapan BIM di Indonesia dan memperoleh indeks rata-rata 2,71 untuk proyek bangunan serta 2,64 untuk proyek jalan dan jembatan. Kontraktor BUMN mencatat skor tertinggi, mendekati 3,8, dan perusahaan kecil dan menengah tertinggal karena keterbatasan tenaga ahli dan biaya investasi awal. Di negara berkembang, dorongan untuk memakai BIM pada proyek swasta sering datang dari pemilik, terutama investor asing yang membutuhkan dokumentasi *as-built* berbasis model agar bisa mengelola aset jangka panjang (Rinchen, Banihashemi, & Alkilani, 2024).

Namun, perhitungan *quantity takeoff* (QTO) pada banyak proyek masih dikerjakan secara konvensional dari gambar dua dimensi. Cara ini rawan kesalahan pembacaan gambar, bergantung pada interpretasi masing-masing estimator, dan memakan waktu. Kesulitan besar muncul jika diperlukan revisi desain, karena setiap perubahan harus ditelusuri dan dihitung ulang secara manual pada banyak gambar (Khosakitchalert, Yabuki, & Fukuda, 2019). Pada bangunan industri, hal ini lebih sulit. Bangunan pabrik umumnya berbentuk lebar tanpa kolom interior, memiliki lantai luas, dan memikul beban besar dari mesin di dalamnya (Ilkovičová & Ilkovič, 2024; Ingkiriwang & Far, 2018). Volume beton dan baja tulangan per item pekerjaan menjadi sangat besar, membuat selisih yang tampak kecil dalam persentase bisa menjadi besar dalam anggaran. Masalah serupa juga tercatat pada proyek infrastruktur. Peginusa, Willar, & Manoppo (2020) menemukan jika gambar kerja atau spesifikasi yang tidak lengkap dan estimasi biaya yang terlalu rendah menempati peringkat kedua dan ketiga dari 59 faktor risiko yang berdampak pada biaya proyek normalisasi sungai di Sulawesi Utara, dengan nilai faktor risiko masing-masing 0,635 dan 0,627.

Revit dapat menghasilkan model 3D, gambar kerja, dan daftar kuantitas dari model yang sama (Safri, 2022). Namun, volume yang diekstraksi melalui fitur *schedule* belum tentu siap dipakai untuk keperluan estimasi. Shick Alshabab, Vysotskiy, Petrichenko, & Khalil (2020) mengevaluasi 11 model dan 27 kasus pemodelan, lalu menemukan deviasi QTO pada Revit antara 1% dan 33% apabila solusi pemodelan yang disarankan tidak diikuti. Kebanyakan sumber deviasi berasal dari geometrik, jika elemen yang saling tumpang tindih atau tebal lapisan yang tidak sesuai dengan kondisi konstruksi (Khosakitchalert *et al.*, 2019). Revit dirancang sebagai *authoring tool*, bukan *estimating tool*, sehingga pengelompokan kuantitas pada rencana anggaran biaya sering memerlukan pengaturan parameter atau filter tambahan (Liu, Lu, & Al-Hussein, 2016). Pemodelan tulangan di Revit pun menuntut detail tinggi dan sumber daya komputasi yang besar.

Perangkat lunak estimasi seperti Glodon Cubicost dapat menutup kekurangan tersebut. Cubicost dikembangkan khusus untuk keperluan QTO dan estimasi biaya. Modul TAS (*Takeoff for Architecture and Structure*) mengelola elemen arsitektur dan struktur, TRB (*Takeoff for Rebar*) mengelola pembesian, TME mengelola mekanikal, elektrik, dan plumbing, sedangkan TBQ dipakai untuk menyusun *Bill of Quantity* (Safri, 2021). Namun elemen pada perangkat estimasi seperti ini lebih terbatas daripada Revit karena berfokus pada ekstraksi parameter kuantitas, bukan untuk pemodelan (Pishdad & Onungwa, 2024). Perbedaan peran tersebut membuat kombinasi Revit sebagai alat pemodelan dan Cubicost sebagai alat hitung cukup masuk akal. Tetapi kendala yang muncul dari penggabungan kedua perangkat lunak tersebut terdapat pada pertukaran data antara keduanya. Kedua perangkat lunak berasal dari vendor yang berbeda, sehingga model dipindahkan melalui format terbuka *Industry Foundation Classes* (IFC) yang dikelola buildingSMART International (Borrmann, König, Koch, & Beetz, 2018). Gerbino, Cieri, Rainieri, & Fabbrocino (2021) melaporkan bahwa proses ekspor dan impor IFC dapat menghilangkan parameter, mengubah interpretasi geometri, dan memutus koneksi antarelemen struktur. Sehingga bisa memengaruhi ketelitian kuantitas yang dihasilkan di Cubicost.

Beberapa penelitian di Indonesia menguji Cubicost untuk perhitungan kuantitas. Jonathan & Anondho (2021) membandingkan volume dak beton bertulang hasil Cubicost TAS dan TRB dengan perhitungan manual, dan memperoleh selisih 0% untuk beton serta 0,59% untuk besi. Hardi Saputra *et al.* (2024) menerapkan Cubicost TAS dan TRB pada pekerjaan struktur gedung rumah sakit dan mencatat efisiensi biaya Rp220.526.781,12 atau 9,254% dibandingkan memakai konvensional. Pada pekerjaan arsitektural, Wibisono, Satwiko, & Suyoto (2025) mendapatkan selisih 6,99% terhadap perencanaan dengan Cubicost, dengan selisih mencapai 8,88% menggunakan metode konvensional. Herzanita & Anggraini (2023) membandingkan estimasi biaya struktur antara Revit dan Cubicost, sedangkan Sianturi *et al.* (2025) menemukan perbedaan volume beton 0,15% dan berat tulangan 0,27% antara Revit dan Archicad. Objek penelitian tersebut sebagian besar adalah gedung publik, gedung pendidikan, dan hunian. Kajian pada bangunan industri, yang memiliki pile cap berukuran besar, kolom bertulangan rapat, dan corbel penumpu *runway crane*, masih jarang. Kajian yang menelusuri penyebab terjadinya selisih terhadap BoQ dengan model yang dibuat dari Revit dan dianalisis dengan Cubicost juga belum memiliki banyak penelitian yang telah diteliti.

Penelitian ini bertujuan untuk menyusun alur integrasi model struktur dari Autodesk Revit ke Glodon Cubicost TAS dan TRB melalui format IFC, menghitung volume beton dan berat tulangan pekerjaan struktur pada proyek bangunan industri, mengukur selisih hasil perhitungan tersebut terhadap BoQ proyek, dan mengidentifikasi faktor penyebab selisihnya. Hasilnya diharapkan dapat menjadi acuan bagi estimator dan kontraktor yang akan memakai kombinasi kedua perangkat lunak ini pada proyek bangunan industri.

Metode

Pada penelitian ini menggunakan jenis penelitian kuantitatif komparatif dengan metode simulasi pemodelan. Objek penelitian adalah pekerjaan struktur beton pada bangunan industri, yaitu fasilitas perakitan alat berat satu lantai seluas 9.180 m² dengan struktur beton bertulang. Elemen yang dianalisis dipilih secara purposif, yaitu seluruh pile cap, sloof, kolom, balok beserta beton tambahan, dan corbel beserta tulangnya, sedangkan pelat lantai, bekisting, dan pekerjaan arsitektur berada di luar lingkup perhitungan. Data sekunder berupa gambar Detail Engineering Design (DED) dan shop drawing struktur dalam PDF serta BoQ proyek atas izin pihak kontraktor. Data primer dihasilkan peneliti melalui simulasi, berupa model 3D Autodesk Revit 2027 dan laporan kuantitas Glodon Cubicost. Tahapan penelitian mengikuti diagram alir pada Gambar 1. Elemen struktur dimodelkan di Revit sesuai dimensi dan detail penulangan pada gambar kerja, kemudian diperiksa dengan fitur *interference check* dari Revit untuk menemukan elemen yang tumpang tindih; elemen yang terdeteksi diperbaiki dengan fitur *Join Geometry* dan *Switch Join Order* agar volume beton tidak terhitung ganda. Model yang telah dinyatakan valid kemudian dilakukan proses ekspor ke dalam format IFC 2x3 dan diimpor ke Cubicost TAS untuk dilakukan analisis perhitungan pada volume beton, kemudian file dari TAS diteruskan ke Cubicost TRB untuk menghitung berat tulangan. Validitas hasil dijaga dengan mencocokkan elevasi dan dimensi model terhadap gambar kerja sebelum ekspor, serta dengan perhitungan pembanding metode panjang bersih pada satu kolom sampel, yaitu kolom K3 bawah. Hasil perhitungan direkapitulasi di Microsoft Excel per item pekerjaan dengan satuan m³ untuk beton dan kg untuk tulangan. Analisis data dilakukan secara deskriptif komparatif dengan menghitung selisih setiap item terhadap BoQ menggunakan persamaan Selisih (%) = $(V_{BIM} - V_{BoQ}) / V_{BoQ} \times 100\%$, dengan VBIM adalah kuantitas hasil Cubicost dan VBoQ adalah kuantitas pada BoQ proyek. Ketercapaian tujuan diukur melalui dua indikator, yaitu besar selisih total dan per item terhadap BoQ serta konsistensi arah dan besaran selisih antarjenis pekerjaan; penyebab selisih kemudian ditelusuri melalui rincian perhitungan pada fitur *Edit Rebar* di TRB.

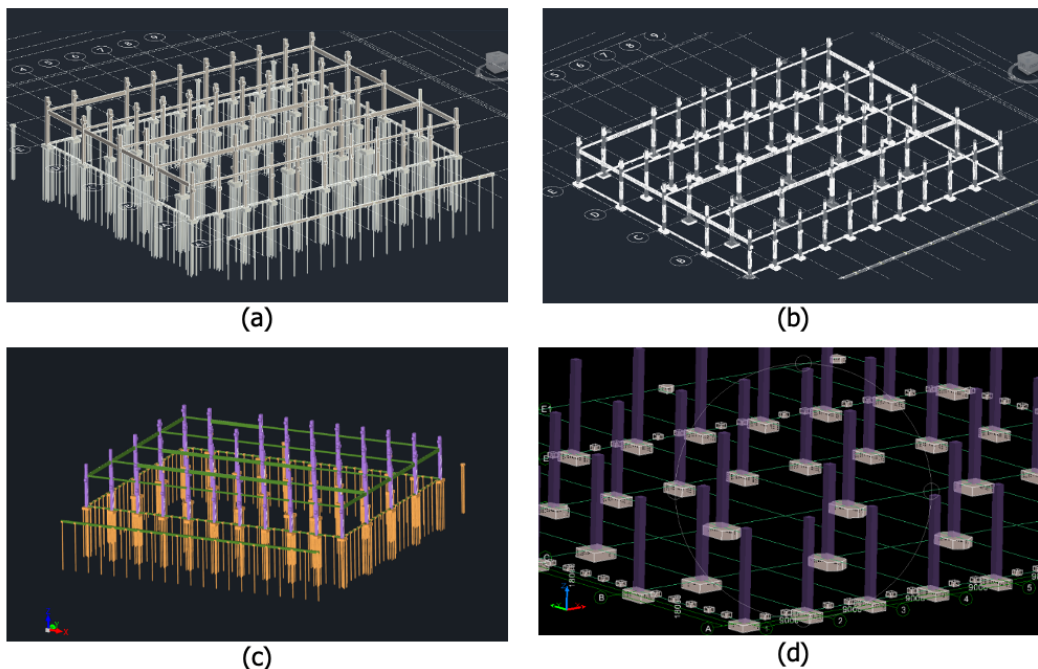
Hasil dan Pembahasan

Model struktur yang disusun di Revit terdiri atas enam kelompok elemen dengan tipe seperti pada Tabel 1. Kolom merupakan elemen terbanyak, yaitu 94 buah. Setiap kolom dibagi menjadi segmen bawah ($\pm 0,000$ sampai $+10,110$ m) dan segmen atas ($+10,110$ sampai $+13,800$ m) karena dimensi atau konfigurasi tulangnya berbeda di bawah dan di atas elevasi $+10,110$ m.

Tabel 1. Elemen Struktur Yang Dimodelkan

Jenis elemen	Tipe	Keterangan
Pile cap	P1C, P3, P5, P6, P7, P8, P9, P10A	Diameter tulangan 10 sampai 25 mm
Sloof	FG55-1, FG55-2, FG58	Diameter tulangan 13 dan 22 mm
Kolom	K1, K2, K3, K3A, K4, K5, K5A, K6, K7, K7A, K8	700 × 700 mm sampai 1.000 × 1.000 mm; tulangan utama D22 sampai D32
Balok	G36-1, G36-2, G412-1, G412-2, G412-3	300 × 600 mm, 400 × 1.200 mm, dan 700 × 1.000 mm; tulangan utama D22
Corbel dan konsol	Tipe B, C, D, E, corbel <i>jib crane</i> line B, konsol beton	Terbaca sebagai elemen <i>custom</i> setelah impor IFC
Beton tambahan balok	Tipe A dan Tipe C	Terbaca sebagai elemen Balok setelah impor IFC

Tahapan integrasi dari model Revit sampai model pembesian di Cubicost TRB diperlihatkan pada Gambar 2. Geometri pile cap, sloof, kolom, dan balok dari berkas IFC 2x3 dapat dibaca Cubicost TAS dengan kategori elemen yang sesuai. Meski begitu, model masih perlu penyesuaian sebelum dihitung: elemen dikelompokkan ulang per lantai, elevasi puncak dan dasar setiap elemen diperiksa kembali. Data tulangan yang sudah dimodelkan di Revit tidak dapat terbaca dan diproses di Cubicost TRB. Oleh karena itu, penulangan setiap tipe elemen diinput ulang melalui format input TRB yang terdiri atas tulangan utama, sengkang, dan kait. Pengaturan perhitungan, seperti mutu beton, tebal selimut, panjang penyaluran, dan panjang sambungan lewatan, disesuaikan dengan gambar standar proyek. Temuan ini searah dengan Gerbino *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa pertukaran melalui IFC tidak selalu membawa seluruh informasi elemen struktur.



Gambar 2. Tahapan integrasi model: (a) model struktur di Autodesk Revit, (b) model penulangan di Autodesk Revit, (c) model hasil impor IFC di Cubicost TAS, dan (d) model pembesian di Cubicost TRB

Kendala yang lebih sulit muncul pada corbel dan beton tambahan balok. Corbel berbentuk konsol dengan bidang bawah miring yang menyatu dengan kolom. Setelah diimpor melalui IFC, elemen ini terbaca sebagai geometri tidak beraturan dan tidak masuk ke kategori struktur mana pun di TRB. Pola tulangannya yang mengikuti bentuk elemen juga tidak bisa didefinisikan melalui parameter standar. Tulangan corbel dan beton tambahan balok kemudian dihitung di luar TRB menggunakan perhitungan manual dengan data panjang tulangan diambil dari model revit yang sudah dibuat. Hal ini memperlihatkan batas pendekatan berbasis kategori pada perangkat estimasi, yang efisien untuk elemen prismatis tetapi kurang fleksibel untuk elemen bergeometri khusus (Pishdad & Onungwa, 2024).

Volume beton dihitung oleh Cubicost TAS dari geometri hasil impor IFC. Pada pertemuan antarelemen, TAS memotong volume menurut urutan prioritas: kolom memotong balok, dan pile cap memotong sloof. Dengan aturan ini, volume di daerah pertemuan tidak terhitung dua kali. Hasil perhitungan dan perbandingannya dengan BoQ proyek disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan volume beton hasil BIM dan BoQ proyek

Item pekerjaan	Hasil BIM (m ³)	Proporsi (%)	BoQ (m ³)	Selisih (m ³)	Selisih (%)
Pile cap	356,478	28,8	235,500	120,978	51,4
Sloof	90,770	7,3	71,800	18,970	26,4
Kolom	553,292	44,7	492,700	60,592	12,3
Balok	183,132	14,8	168,200	14,932	8,9
Corbel	54,798	4,4	42,700	12,098	28,3
Total	1.238,470	100,0	1.010,900	227,570	22,5

Kolom menyumbang volume beton terbesar, yaitu 553,292 m³ atau 44,7% dari total. Porsi ini sesuai dengan jumlah kolom yang mencapai 94 buah dengan penampang 700 × 700 mm sampai 1.000 × 1.000 mm untuk memikul struktur atap baja berbentuk lebar. Corbel menyumbang volume terkecil, 54,798 m³ (4,4%), karena fungsinya terbatas pada penyaluran beban *runway crane* ke kolom. Volume hasil BIM lebih besar daripada BoQ pada semua item, dengan selisih total 227,570 m³ atau 22,5%. Selisih terkecil terdapat pada balok (8,9%) dan kolom (12,3%). Selisih terbesar terdapat pada pile cap (51,4%), diikuti corbel (28,3%) dan sloof (26,4%).

Selisih pada pile cap sulit dijelaskan melalui aturan pemotongan volume, karena urutan pemotongan di TAS justru mengurangi volume di daerah pertemuan. BoQ proyek hanya memuat total volume per item tanpa rincian perhitungan, sehingga sumber selisih tidak dapat ditelusuri sampai ke tipe atau dimensi pile cap. Shick Alshabab *et al.* (2020) menunjukkan bahwa hasil QTO berbasis model sangat bergantung pada cara elemen dimodelkan dan dibatasi. Perbedaan asumsi batas elemen antara model dan BoQ perlu diperiksa pada penelitian lanjutan.

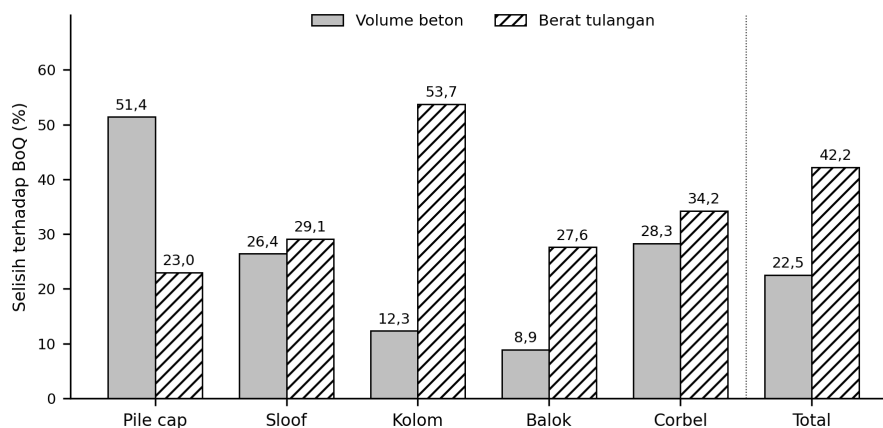
Berat tulangan pile cap, sloof, kolom, dan balok dihitung di Cubicost TRB, sedangkan tulangan corbel dan beton tambahan balok dihitung manual dengan mengambil data panjang geometri dari Revit. TRB menghitung panjang setiap batang berdasarkan kategori elemen dan parameter yang telah diatur, termasuk penjangkaran, sambungan lewatan, dan kait. Hasil perhitungan dan perbandingannya dengan BoQ disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan berat tulangan hasil BIM dan BoQ proyek

Item pekerjaan	Hasil BIM (kg)	Proporsi (%)	BoQ (kg)	Selisih (kg)	Selisih (%)
Pile cap	29.742,4	10,9	24.182,7	5.559,7	23,0
Sloof	24.921,3	9,1	19.310,9	5.610,4	29,1
Kolom	163.731,4	59,9	106.527,3	57.204,1	53,7
Balok dan beton tambahan	33.170,0	12,1	25.989,1	7.180,9	27,6
Corbel	21.638,8	7,9	16.127,3	5.511,5	34,2
Total	273.203,9	100,0	192.137,3	81.066,6	42,2

Kolom menyumbang 59,9% dari total berat tulangan. Dua diameter mendominasi tulangan kolom, yaitu D25 sebesar 51.531,3 kg dan D29 sebesar 44.653,5 kg, yang bersama-sama mencapai 58,7% dari berat tulangan kolom. Semua item menghasilkan nilai lebih besar daripada BoQ, dengan selisih total 81.066,6 kg atau 42,2%. Selisih terbesar terdapat pada kolom (53,7%) dan terkecil pada pile cap (23,0%). Tulangan corbel yang dihitung manual dengan data panjang tulangan diambil dari model Revit memiliki selisih 34,2%, masih dalam rentang yang sama dengan elemen lain yang dihitung di TRB.

Gambar 3 memperlihatkan bahwa pola selisih pada kolom dan pile cap saling berkebalikan. Kolom memiliki selisih beton kecil (12,3%) tetapi selisih tulangan terbesar (53,7%). Pile cap sebaliknya, dengan selisih beton terbesar (51,4%) dan selisih tulangan terkecil (23,0%). Pada kolom, geometri model relatif sesuai dengan BoQ, jadi selisih tulangan lebih berkemungkinan berasal dari cara tulangan dihitung. Pada pile cap, sumber selisih lebih mungkin terletak pada geometri atau batas pengukuran volume beton.



Gambar 3. Selisih kuantitas hasil BIM terhadap BoQ per item pekerjaan

Untuk menelusuri penyebab selisih tulangan, kolom K3 bawah dihitung ulang dengan metode panjang bersih, yaitu tinggi kolom dikalikan jumlah batang tulangan. Hasilnya dibandingkan dengan rincian perhitungan TRB pada fitur *Edit Rebar* seperti ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Perbandingan Berat Tulangan Kolom K3 Bawah Antara Metode Panjang Bersih Dan Cubicost TRB

Komponen	Panjang bersih (kg)	Cubicost TRB (kg)	Selisih (%)
Tulangan utama D25 dan D29	1.257,7	1.692,8	34,6
Sengkang dan kait D10 dan D13	713,7	923,1	29,3
Total	1.971,4	2.615,9	32,7

Berat tulangan K3 bawah hasil TRB lebih besar 32,7% daripada hasil metode panjang bersih. Rincian *Edit Rebar* menunjukkan bahwa tambahan ini berasal dari komponen yang dihitung terpisah oleh TRB, yaitu tulangan stek, sambungan lewatan, dan panjang kait. Penambahan terbesar terjadi pada tulangan utama (34,6%). Segmen bawah kolom setinggi 10,11 m harus diteruskan ke pile cap di bawahnya melalui tulangan stek dan disambung ke kolom atas di atasnya, dan kedua kebutuhan ini tidak muncul pada metode panjang bersih. Sengkang dan pengikat silang bertambah 29,3% akibat pengurangan jarak pemasangan di daerah sambungan. Apabila BoQ disusun dengan pendekatan yang mendekati panjang bersih, tambahan 32,7% ini menunjukkan sebagian selisih tulangan kolom terhadap BoQ (53,7%).

Dari sisi penerapan, alur Revit, IFC, dan Cubicost memberi dua keuntungan. Geometri yang sudah dimodelkan di Revit tidak perlu digambar ulang di Cubicost, dan aturan pemotongan volume di TAS mengurangi risiko perhitungan ganda pada pertemuan elemen. Kelemahannya ada pada data tulangan. Input ulang penulangan di TRB menambah waktu kerja dan membuka peluang salah input, sementara corbel dan beton tambahan masih harus dihitung di luar TRB. Kesulitan terbesar terletak pada penyesuaian model setelah impor IFC, yang menuntut pemahaman terhadap kedua perangkat lunak sekaligus. Pengembangan ke depan dapat diarahkan pada teknik pemodelan elemen tidak standar agar dikenali sebagai elemen parametrik di Cubicost, serta pada penggunaan BoQ yang disertai rincian volume. Hardi Saputra *et al.* (2024) telah menunjukkan manfaat biaya penggunaan Cubicost pada gedung rumah sakit. Hasil penelitian ini menambahkan bahwa pada bangunan industri, manfaat tersebut bergantung pada kualitas transfer data tulangan dan kelengkapan data pembandingan.

Kesimpulan

Alur integrasi Autodesk Revit ke Glodon Cubicost melalui format IFC 2x3 dapat dipakai untuk menghitung kuantitas pekerjaan struktur bangunan industri. Geometri beton terbaca di Cubicost TAS setelah model disesuaikan pada pengelompokan elemen, elevasi, dan elemen yang terpotong, tetapi data tulangan Revit tidak dapat terbaca dan diproses di Cubicost TRB sehingga harus melakukan penginputan ulang, dan tulangan corbel serta beton tambahan harus dihitung dari manual dengan data panjang dari Revit. Perhitungan dengan BIM menghasilkan volume beton 1.238,470 m³ dan berat tulangan 273.203,9 kg. Keduanya lebih besar daripada BoQ proyek pada semua item, dengan selisih total 22,5% untuk beton dan 42,2% untuk tulangan. Selisih tulangan dipengaruhi oleh tingkat detail perhitungan TRB yang memasukkan sambungan lewatan, tulangan stek, penjangkaran, dan kait, yang pada kolom K3 bawah menambah berat sekitar 33% dibanding metode panjang bersih. Namun hal ini juga tidak menutup kemungkinan dari kualitas transfer data yang dihasilkan lewat format IFC dan pengaturan standar perhitungan dalam Cubicost.

Penelitian lanjutan disarankan menggunakan BoQ yang dilengkapi *back-up* volume agar selisih dapat dibandingkan sampai tingkat komponen, seperti panjang sambungan, penjangkaran, dan jumlah sengkang. Lingkup pekerjaan juga perlu diperluas ke pelat lantai dan bekisting, termasuk kajian cara pemodelan pelat bergeometri tidak beraturan agar menghasilkan IFC yang dapat terbaca baik di Cubicost. Cara pemodelan corbel dan beton tambahan perlu dikaji supaya elemen tersebut dapat diproses sebagai elemen parametrik di TAS dan TRB, dan sampel perhitungan panjang bersih sebaiknya ditambah pada setiap jenis elemen untuk memperkuat analisis penyebab selisih.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ingin mengucapkan banyak banyak terima kasih kepada pihak Politeknik Negeri Manado karena sudah membantu segala proses administrasi agar berjalan dengan lancar, dan juga seluruh pihak lainnya yang tidak dapat penulis sebutkan satu satu yang senantiasa membantu dan mendukung pelaksanaan penelitian ini agar berjalan dengan baik hingga akhir.

Referensi

- Borrmann, A., König, M., Koch, C., & Beetz, J. (Eds.). (2018). *Building information modeling: Technology foundations and industry practice*. Cham, Switzerland: Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-92862-3>
- Charef, R., Alaka, H., & Emmitt, S. (2018). Beyond the third dimension of BIM: A systematic review of literature and assessment of professional views. *Journal of Building Engineering*, 19, 242–257. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2018.04.028>
- Direktorat Jenderal Bina Marga. (2021). *Surat Edaran Direktur Jenderal Bina Marga Nomor 11/SE/Db/2021 tentang Penerapan Building Information Modelling pada Perencanaan Teknis, Konstruksi dan Pemeliharaan Jalan dan Jembatan di Direktorat Jenderal Bina Marga*. Jakarta,

- Indonesia: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Gerbino, S., Cieri, L., Rainieri, C., & Fabbrocino, G. (2021). On BIM interoperability via the IFC standard: An assessment from the structural engineering and design viewpoint. *Applied Sciences*, 11(23), 11430. <https://doi.org/10.3390/app112311430>
- Hardi Saputra, C. G. P., Deni, D. P., Alfianarrochmah, I., Kurnianingsih, O., Rahmi, A. T., Pratiwi, K. H., . . . Halimah, R. S. N. (2024). Application of 5D building information modeling using Cubicost in estimating construction structure work costs (Case study: Emergency Room and Hemodialysis Building at Waras Wiris Local General Hospital of Boyolali, Indonesia). *Engineering and Applied Science Research*, 51(3), 276–285. <https://doi.org/10.14456/easr.2024.27>
- Hartono, W., Amalia, R. D., Susanto, F. W., & Handayani, D. (2023). Maturity of implementation of BIM (building information modeling) on building, road and bridge projects in Indonesia. *AIP Conference Proceedings*, 2629(1), 040008. <https://doi.org/10.1063/5.0129150>
- Hatmoko, J. U. D., Fundra, Y., Wibowo, M. A., & Zhabrinna. (2019). Investigating building information modelling (BIM) adoption in Indonesia construction industry. *MATEC Web of Conferences*, 258, 02006. <https://doi.org/10.1051/mateconf/201925802006>
- Herzanita, A., & Anggraini, R. P. (2023). Perbandingan estimasi biaya struktur bangunan antara software Autodesk Revit dengan Cubicost. *Construction and Material Journal*, 5(1), 1–11. <https://doi.org/10.32722/cmj.v5i1.4620>
- Ilkovičová, L., & Ilkovič, J. (2024). Industrial buildings—Dialogue between architecture and structure. *Eng*, 5(4), 3092–3107. <https://doi.org/10.3390/eng5040161>
- Ingkiriwang, Y. G., & Far, H. (2018). Numerical investigation of the design of single-span steel portal frames using the effective length and direct analysis methods. *Steel Construction*, 11(3), 184–191. <https://doi.org/10.1002/stco.201700010>
- Jonathan, R., & Anondho, B. (2021). Perbandingan perhitungan volume pekerjaan dak beton bertulang antara metode BIM dengan konvensional. *JMTS: Jurnal Mitra Teknik Sipil*, 4(1), 271–280. <https://doi.org/10.24912/jmts.v0i0.10473>
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. (2018). *Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Nomor 22/PRT/M/2018 tentang Pembangunan Bangunan Gedung Negara*. Jakarta, Indonesia: Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Khosakitchalert, C., Yabuki, N., & Fukuda, T. (2019). Improving the accuracy of BIM-based quantity takeoff for compound elements. *Automation in Construction*, 106, 102891. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.102891>
- Liu, H., Lu, M., & Al-Hussein, M. (2016). Ontology-based semantic approach for construction-oriented quantity take-off from BIM models in the light-frame building industry. *Advanced Engineering Informatics*, 30(2), 190–207. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2016.03.001>
- Peginusa, S. S., Willar, D., & Manoppo, F. J. (2020). Model estimasi biaya kontingensi berbasis risiko pada proyek normalisasi sungai di daerah perkotaan. *Jurnal Ilmiah Media Engineering*, 10(1), 35–46. Retrieved from <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/jime/article/view/29409>
- Pishdad, P., & Onungwa, I. O. (2024). Analysis of 5D BIM for cost estimation, cost control and payments. *Journal of Information Technology in Construction*, 29, 525–548. <https://doi.org/10.36680/j.itcon.2024.024>
- Rinchen, S., Banihashemi, S., & Alkilani, S. (2024). Driving digital transformation in construction: Strategic insights into building information modelling adoption in developing countries. *Project Leadership and Society*, 5, 100138. <https://doi.org/10.1016/j.plas.2024.100138>
- 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.). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons.
- Safri. (2021). *Perhitungan kuantitas gedung menggunakan BIM*. Jakarta, Indonesia: Halaman Moeka Publishing.
- Safri. (2022). *Revit 2022 untuk perhitungan kuantitas struktur gedung*. Depok, Indonesia: PNJ Press.
- Shick Alshabab, M., Vysotskiy, A., Petrichenko, M., & Khalil, T. (2020). BIM-based quantity takeoff in Autodesk Revit and Navisworks Manage. In A. Borodinets, N. Vatin, & V. Sergeev (Eds.), *Lecture Notes in Civil Engineering: Vol. 70. Proceedings of EECE 2019* (pp. 413–421). https://doi.org/10.1007/978-3-030-42351-3_36
- Sianturi, J. G. A., Hasibuan, G. C. R., Syahrizal, S., Jaya, I., Dewi, R. A., & Syafridon, G. G. A. (2025).

- A comparative analysis of quantity take-off processes in construction projects using Graphisoft Archicad and Autodesk Revit. *Journal of Civil Engineering and Public Infrastructure Management*, 1(1), 1–8. Retrieved from <https://talenta.usu.ac.id/jce-pim/article/view/23509>
- Soetjipto, J. W., Zarkasi, I. K., & Trisiana, A. (2023). Model of building maintenance planning using the building information modeling (BIM). *Jurnal Permukiman*, 18(1), 1–15. <https://doi.org/10.31815/jp.2023.18.1-15>
- Wibisono, M. Y., Satwiko, P., & Suyoto. (2025). Implementasi BIM dengan software Glodon Cubicost dalam estimasi volume pekerjaan arsitektural. *Vitruvian: Jurnal Arsitektur, Bangunan dan Lingkungan*, 15(1), 59–70. <https://doi.org/10.22441/vitruvian.2025.v15i1.006>