

Penerapan *Building Information Modeling* dalam Proses *Quantity Take-Off* pada Proyek Gudang X

Owen Bastian^{1*} dan Theresita Herni Setiawan¹

Dikirim: 07/02/2023

Diterima: 10/04/2023

ABSTRAK

Pemberlakuan pembatasan sosial berskala besar (PSBB) pada beberapa waktu yang lalu akibat dunia dilanda pandemi Covid-19 sangat berpengaruh buruk pada perkembangan sektor konstruksi di Indonesia, terutama dua tahun yang lalu ketika pembangunan negara Indonesia sedang begitu pesatnya. Situasi ini memaksa berbagai pihak yang bekerja di bidang konstruksi untuk beralih ke metode yang lebih modern dan efisien untuk melaksanakan proyek secara jarak jauh, hal ini disebut dengan digitalisasi konstruksi. *Building Information Modeling* (BIM) merupakan contoh konsep digitalisasi konstruksi yang kini sedang diimplementasikan ke berbagai proyek konstruksi, salah satunya adalah pengimplementasian BIM dalam proses penyusunan rencana anggaran biaya berbasis *quantity take-off*. Studi kasus yang diambil adalah sebuah proyek gudang, yaitu proyek konstruksi yang mayoritasnya terdiri dari struktur baja sehingga dapat dilakukan pendalaman pemodelan secara tiga dimensi atau lima dimensi yang berfokus pada komponen konstruksi baja. Pemodelan komponen struktur dengan mengimplementasikan konsep BIM memiliki potensi untuk mengurangi total pengeluaran berdasarkan rencana anggaran biaya sebesar 4,807% dibandingkan dengan menggunakan metode konvensional.

Kata kunci: *Building Information Modeling*, konstruksi baja, *quantity take-off*, rencana anggaran biaya

1. PENDAHULUAN

Tahun-tahun terakhir ini dunia dilanda oleh pandemi Covid-19 yang menghambat jalannya pelaksanaan proyek konstruksi di Indonesia, akibatnya pelaksanaan proyek konstruksi mengalami penundaan sebesar 78,9% yang disebabkan oleh keterbatasan pendanaan dan pemberlakuan PSBB [1]. Oleh karena itu, baik kontraktor maupun konsultan harus beralih ke metode yang lebih modern, contohnya dengan digitalisasi konstruksi.

Digitalisasi konstruksi adalah kegiatan pembangunan konstruksi dengan menggunakan cara yang inovatif, kreatif, dapat dipahami dengan mudah oleh pengguna jasa dan mempermudah dalam pelaksanaan konstruksi serta berbasis internet dan *big data* yang terintegrasi menjadi satu [2]. Salah satu penerapan digitalisasi konstruksi adalah pengaplikasian konsep *Building Information Modeling* (BIM) pada tahap perencanaan konstruksi. BIM merupakan suatu sistem pengelola informasi yang bertujuan untuk merencanakan dan memonitoring suatu bangunan selama *life cycle*-nya [3].

Salah satu fungsi implementasi BIM pada tahap perencanaan konstruksi adalah pada proses *quantity take-off*. Pada umumnya, pekerjaan *quantity take-off* ini dilakukan secara konvensional, yang mana perhitungan dilakukan dengan cara mengukur dimensi bangunan melalui gambar teknik, kemudian volume dihitung. Metode perhitungan ini membutuhkan ketelitian yang tinggi sehingga seringkali terjadi kekeliruan dalam perhitungan volume [4]. Kekeliruan pada waktu menghitung dapat terjadi seperti kesalahan aritmatik, angka dibelakang koma, lupa memasukan jenis material, dan lain lain [5]. Pengimplementasian metode BIM dalam proses *quantity take-off*

¹ Jurusan Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan, Jl Ciumbuleuit No. 94, Bandung 40141

* Penulis Korespondensi: owen.bastian64@gmail.com

diperkirakan akan mengurangi kekeliruan tersebut karena perhitungan dilakukan secara digital menggunakan program.

Pada penelitian ini, digunakan proyek gudang X sebagai studi kasus untuk meninjau pengimplementasian metode BIM untuk proses *quantity take-off* pada proyek konstruksi baja. Penelitian ini bertujuan untuk mencari tahu apakah proses *quantity take-off* menggunakan metode BIM dapat membuahkan hasil perhitungan yang lebih kecil daripada metode konvensional, sehingga dapat menghasilkan estimasi rencana anggaran biaya yang lebih kecil dan dapat menghemat pengeluaran pelaksanaan proyek.

2. TINJAUAN PUSTAKA

Building Information Modeling (BIM)

Istilah BIM pertama kali muncul dalam sebuah makalah tahun 1992 oleh G.A van Neverdeen dan F.P Tolman, yang kemudian dipopulerkan oleh seorang analis industri bernama Jerry Laiserin yang mempublikasikan sebuah teknologi desain modern yang dinyatakan siap untuk menggantikan teknologi *Computer Aided Design (CAD)* [4]. BIM merupakan proses pendekatan yang melibatkan pemanfaatan data-data digital yang berkaitan dengan bangunan atau proyek konstruksi bangunan dan kemudian diterjemahkan menjadi sebuah model tiga dimensi [4]. Manfaat dari sistem teknologi BIM ini adalah: mampu mengurangi kesalahan akibat faktor manusia (*human error*), menghemat waktu dengan mengeliminasi proses pekerjaan yang berulang, dan meningkatkan transparansi dan kerjasama antar *stakeholder* suatu proyek [6].

BIM merupakan pendekatan pengelolaan proyek berbasis tiga dimensi, namun penerapan BIM selama *life-cycle* suatu proyek bukan hanya sekedar pemodelan secara tiga dimensi saja. Pada kenyataannya dimensi penerapan BIM terdiri dari 3D (pemodelan tiga dimensi) yang kemudian dikembangkan menjadi model 4D (waktu/penjadwalan), 5D (estimasi biaya), 6D (*sustainability*) dan 7D (*facility management application*) [7].

Quantity Take-off

Quantity take-off merupakan salah satu tahapan yang paling penting pada proyek konstruksi, yang mana sebuah perhitungan dilakukan untuk menetapkan volume, bobot, dan mengestimasi biaya pekerjaan yang kemudian disusun dalam dokumen rencana anggaran biaya (RAB). *Quantity take-off* memiliki fungsi selama berlangsungnya suatu proyek, yaitu sebagai perkiraan biaya suatu proyek pada tahap awal, membantu pengestimasian biaya dan durasi pekerjaan pada proses penyusunan RAB, merencanakan dan memperkirakan pekerjaan pada tahap pra-konstruksi, dan sebagai pengendali pada aspek pembiayaan pada tahap pelaksanaan konstruksi [8].

3. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi Penelitian

Penelitian yang dilakukan bersifat kuantitatif, penelitian dimulai dengan menetapkan latar belakang, dilanjutkan dengan studi literatur, kemudian berdasarkan hasil studi literatur dapat ditentukan perumusan masalah, tujuan penelitian dan pembatasan masalah. Studi kasus yang digunakan adalah proyek gudang X.

Proses pengumpulan data dilakukan dengan mengunjungi lokasi proyek gudang X secara langsung untuk mewawancarai pihak proyek untuk memperoleh data berupa gambar *shop drawing*, RAB proyek dan teknis pelaksanaan di lapangan. Penelitian dilakukan dengan cara memodelkan proyek secara 3D dan 5D menggunakan data yang telah diperoleh, kemudian hasil perhitungan RAB menggunakan metode BIM dapat dibandingkan dengan data yang diperoleh, yaitu hasil perhitungan volume yang dilakukan secara konvensional. Dari pengamatan hasil perbandingan tersebut dapat ditarik sebuah kesimpulan.

Data yang Diperoleh

Data yang diperoleh berupa *shop drawing* struktur beton dan baja beserta rencana anggaran biaya (RAB). Pada penelitian ini diasumsikan bahwa kedua metode menggunakan harga satuan yang sama, yaitu yang diperoleh dari data RAB, maka perbedaan hanya akan ditemukan pada volume pekerjaan. Komponen yang akan ditinjau adalah fondasi, *tie beam*, balok lantai, pelat lantai, kolom pedestal, rangka baja dan gording atap untuk bangunan gudang.

Fondasi

Pada proyek gudang ini, digunakan fondasi tiang pancang dengan penutupnya (*pile cap*), tiang pancang yang digunakan berbentuk segi empat dengan dimensi 300 x 300 mm dan Panjang 12 m, proyek ini menggunakan 3 tipe *pile cap* dengan dimensi dan jumlah pancangan yang berbeda beda. Detail setiap tipe *pile cap* akan dijelaskan pada tabel 1.

Tabel 1. Jenis *Pile Cap*

| Tipe <i>Pile Cap</i> | Dimensi <i>Pile Cap</i> (mm) | Jumlah Tiang Pancang |
|----------------------|------------------------------|----------------------|
| PC1 | 600 x 600 | 1 |
| PC2 | 1500 x 600 | 2 |
| PC4 | 1500 x 1500 | 4 |

Tie Beam

Proyek ini menggunakan empat jenis *tie beam* dengan dimensi dan konfigurasi tulangan masing-masing. Detail setiap tipe *tie beam* akan dijelaskan pada table 2 berikut:

Tabel 2. Jenis *Tie Beam*

| Tipe <i>Tie Beam</i> | Dimensi <i>Tie Beam</i> (mm) |
|----------------------|------------------------------|
| TB1 | 250 x 500 |
| TB2 | 250 x 600 |
| TB3 | 250 x 500 |
| TB4 | 250 x 350 |

Balok dan Pelat Lantai

Proyek ini menggunakan dua jenis balok lantai, yaitu balok lantai dengan dimensi 650 x 400 mm dan balok lantai dengan dimensi 1300 x 400 mm. Selain itu, pelat lantai yang digunakan pada proyek ini juga terdiri dari dua jenis ketebalan, yaitu 150 mm dan 170 mm.

Kolom Pedestal

Proyek ini menggunakan sembilan jenis kolom pedestal, dimensi dan profil kolom tersebut akan dijelaskan oleh tabel 3.

Tabel 3. Jenis Kolom Pedestal

| Tipe Kolom | Dimensi Kolom Pedestal (mm) | Profil Kolom Baja |
|------------|-----------------------------|-------------------|
| K1 | 800 x 400 | WF 600 x 200 |
| K2 | 700 x 400 | WF 500 x 200 |
| K3 | 600 x 600 | HB 400 x 400 |
| K4 | 600 x 400 | WF 400 x 200 |
| K5 | 500 x 350 | WF 350 x 175 |
| K6 | 450 x 300 | WF 300 x 150 |
| Tipe Kolom | Dimensi Kolom Pedestal (mm) | Profil Kolom Baja |
| K6a | 450 x 300 | WF 300 x 150 |
| K7 | 400 x 300 | WF 250 x 125 |
| K9 | 450 x 450 | HB 250 x 250 |

Kolom dan Balok Baja Profil

Kolom dan balok baja profil yang digunakan pada proyek ini terdiri dari sembilan jenis kolom dan sepuluh jenis balok dengan bentuk yang berbeda-beda, yaitu IWF (*Wide Flange*), HB (*H-Beam*) dan HC (*Honeycomb*). Detail profil kolom dan balok baja tersebut dijelaskan pada tabel 4.

Tabel 4. Jenis Kolom Dan Balok Baja Profil

| Tipe Kolom | Profil Baja | Tipe Balok | Profil Baja |
|------------|--------------|------------|--------------|
| K1 | WF 600 x 200 | B1 | WF 150 x 75 |
| K2 | WF 500 x 200 | B2 | WF 200 x 100 |
| K3 | HB 400 x 400 | B3 | WF 250 x 125 |
| K4 | WF 400 x 200 | B4 | WF 300 x 150 |
| K5 | WF 350 x 175 | B5 | WF 350 x 175 |
| K6 | WF 300 x 150 | B6 | WF 400 x 200 |
| K6a | WF 300 x 150 | B7 | HC 450 x 150 |
| K7 | WF 250 x 125 | B8 | HC 675 x 200 |
| K8 | WF 200 x 100 | B9 | HC 900 x 200 |
| K9 | HB 250 x 250 | B10 | HB 300x300 |

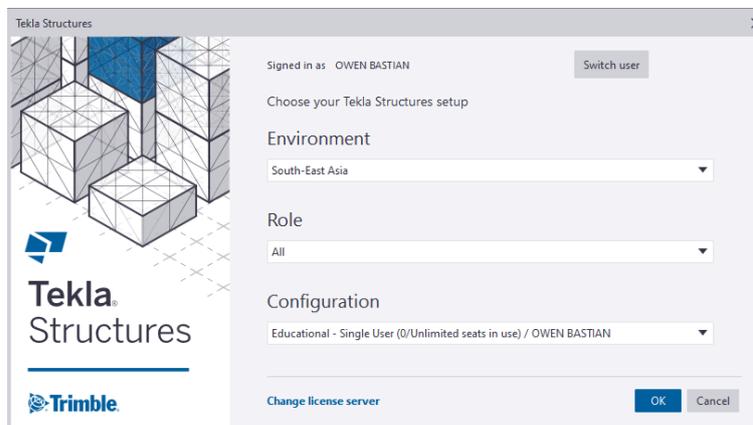
Gording

Pada proyek Gudang ini, profil gording yang digunakan hanya satu jenis, yaitu baja profil CNP 150 x 65.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemodelan Struktur Secara 3D

Untuk pemodelan struktur proyek ini, digunakan *software Tekla Structure* tahun 2021 dengan *service pack 8*. Pada penelitian ini digunakan *environment South-East Asia* dengan *role* yang dipilih adalah *all*, sedangkan untuk konfigurasi dipilih konfigurasi *educational* seperti ditunjukkan pada gambar 1.



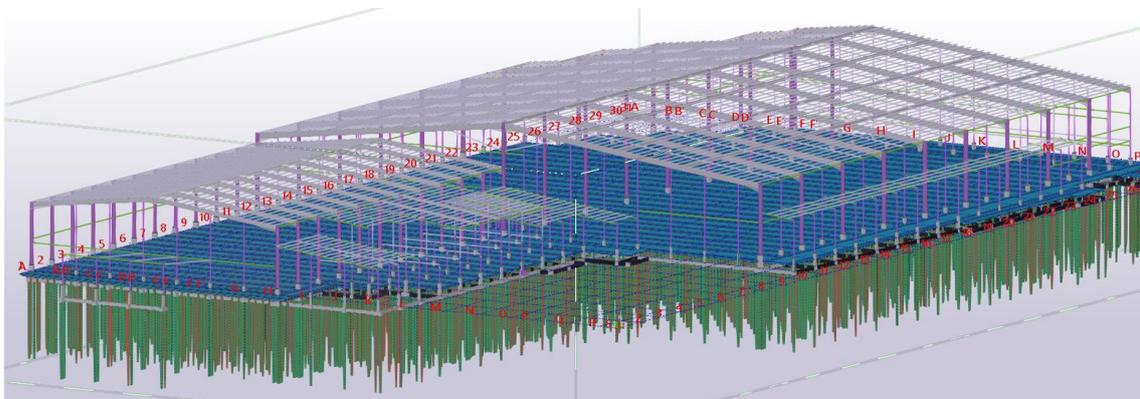
Gambar 1. Pemilihan *Environment*, *Role* Dan *Configuration*

Langkah selanjutnya adalah melakukan pemodelan *grid* atau garis bantu pada model, dapat diamati pada gambar 2. Proyek ini memiliki 31 titik pada sumbu X, 19 titik pada sumbu Y dan 14 titik pada sumbu Z.

| ▼ Coordinates | |
|---------------|--|
| X | 0.00 29*6000.00 3000.00 |
| Y | 0.00 3000.00 2*6000.00 4000.00 9*6000.00 2000.00 4000.00 2000.00 4000.00 2000.00 4000.00 2000.00 4000.00 2000.00 6000.00 |
| Z | 0.00 3000.00 3830.00 4450.00 5000.00 5500.00 6000.00 6360.00 7635.00 8000.00 8850.00 9000.00 10655.00 11800.00 12985.00 13275.00 |
| ▼ Labels | |
| X | 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 |
| Y | S R Q P O N M L K J I H G F E D C B A |
| Z | +0 +3000 +3830 +4450 +5000 +5500 +6000 +6360 +7635 +8000 +8850 +9000 +10655 11800 +12985 +13275 |

Gambar 2. Input Pemodelan Grid

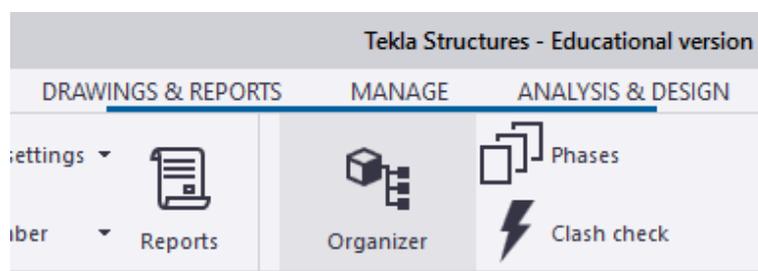
Setelah tahap persiapan dan pemodelan *grid*, dapat dilakukan pemodelan secara tiga dimensi berdasarkan gambar AutoCAD yang diperoleh pada tahap pengumpulan data. Hasil pemodelan tiga dimensi dapat diamati pada gambar 3.



Gambar 3. Pemodelan Proyek Gudang Secara 3D

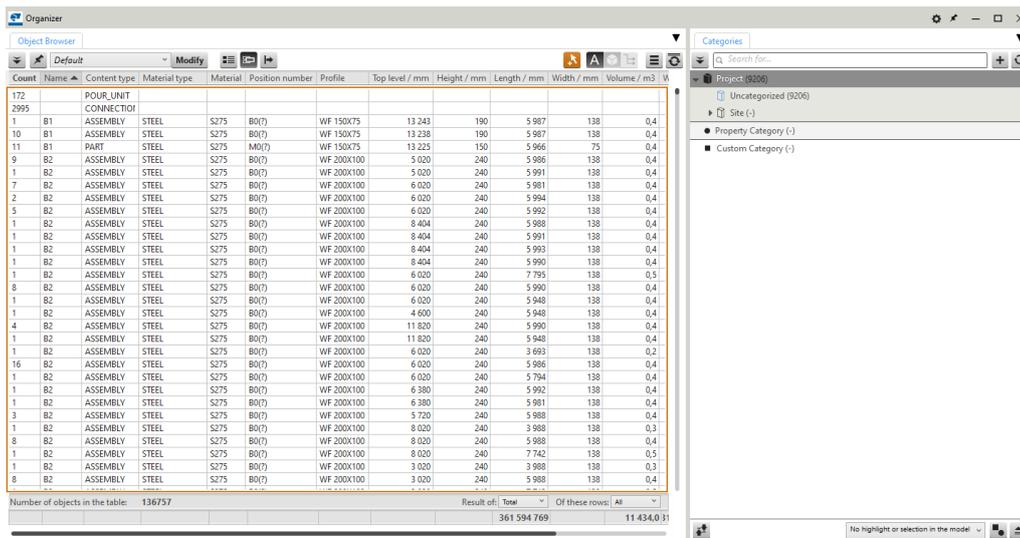
Pemodelan Secara 5D

Setelah pemodelan secara tiga dimensi, akan dilakukan pemodelan secara lima dimensi yang berfokus pada perhitungan *quantity take-off* dengan tujuan untuk mengestimasi rencana anggaran biaya struktur. Untuk memperoleh data *quantity take-off* dari model tiga dimensi proyek tersebut, digunakan perintah *organizer*. Perintah *organizer* bertujuan untuk menyusun dan melampirkan jumlah komponen struktur beserta volume komponen tersebut yang berada pada model tiga dimensi. Menu *organizer* dapat diakses di bawah *tab manage* seperti terlampir pada gambar 4.



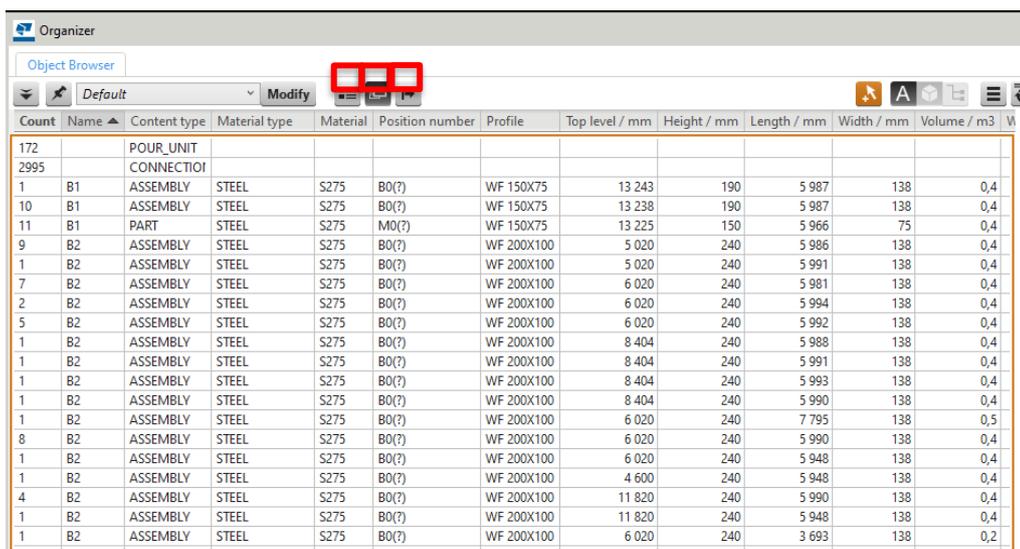
Gambar 4. Perintah Organize Pada Tab Manage

Setelah perintah mensinkronisasikan diri dengan model, maka akan muncul menu yang menampilkan nama, material, tipe, profil dan aspek-aspek lain dari komponen yang telah dimodelkan, tampilan tersebut dapat diamati pada gambar 5.



Gambar 5. Tampilan Perintah Organizer

Saat menu *organizer* telah muncul, ada banyak pilihan perintah lain untuk mengelompokkan data, mengurutkan data, menggabungkan data yang bersifat identik, maupun perintah untuk meng ekspor ke Microsoft Excel. Perintah-perintah tersebut digunakan untuk mempermudah pendataan pada proses *quantity take-off*. Gambar 6 mengilustrasikan letak tombol-tombol perintah.



Gambar 6. Perintah *Group* (Kiri), *Combine Identical Rows* (Tengah), dan *Export* (Kanan)

Data yang diperoleh melalui perintah *organizer* akan diekspor ke *Microsoft Excel* untuk melaksanakan proses *quantity take-off* seperti terlihat pada gambar 7.

| Count | Name | Content type | Material type | Material | Position number | Profile | Top level | Height / mm | Length / mm | Width / mm | Volume / m ³ | Weight / t | Floor | Kalkulasi |
|-------|------|--------------|---------------|----------|-----------------|-----------|-----------|-------------|-------------|------------|-------------------------|------------|-------|-----------|
| 172 | | POUR_UNIT | | | | | | | | | | | | |
| 2995 | | CONNECTION | | | | | | | | | | | | |
| 1 | B1 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 150X7 | 13.243 | 190 | 5.987 | 138 | 0,4 | 2,955 | | |
| 10 | B1 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 150X7 | 13.238 | 190 | 5.987 | 138 | 0,4 | 2,955 | | |
| 11 | B1 | PART | STEEL | S275 | M0(?) | WF 150X7 | 13.225 | 150 | 5.966 | 75 | 0,4 | 2,951 | | |
| 9 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 5.020 | 240 | 5.986 | 138 | 0,4 | 2,956 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 5.020 | 240 | 5.991 | 138 | 0,4 | 2,958 | | |
| 7 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 6.020 | 240 | 5.981 | 138 | 0,4 | 2,953 | | |
| 2 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 6.020 | 240 | 5.994 | 138 | 0,4 | 2,962 | | |
| 5 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 6.020 | 240 | 5.992 | 138 | 0,4 | 2,958 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 8.404 | 240 | 5.988 | 138 | 0,4 | 2,957 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 8.404 | 240 | 5.991 | 138 | 0,4 | 2,958 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 8.404 | 240 | 5.993 | 138 | 0,4 | 2,959 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 8.404 | 240 | 5.990 | 138 | 0,4 | 2,958 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 6.020 | 240 | 7.795 | 138 | 0,5 | 3,85 | | |
| 8 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 6.020 | 240 | 5.990 | 138 | 0,4 | 2,958 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 6.020 | 240 | 5.948 | 138 | 0,4 | 2,937 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 4.600 | 240 | 5.948 | 138 | 0,4 | 2,937 | | |
| 4 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 11.820 | 240 | 5.990 | 138 | 0,4 | 2,958 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 11.820 | 240 | 5.948 | 138 | 0,4 | 2,937 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 6.020 | 240 | 3.693 | 138 | 0,2 | 1,821 | | |
| 16 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 6.020 | 240 | 5.986 | 138 | 0,4 | 2,956 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 6.020 | 240 | 5.794 | 138 | 0,4 | 2,86 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 6.380 | 240 | 5.992 | 138 | 0,4 | 2,958 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 6.380 | 240 | 5.981 | 138 | 0,4 | 2,953 | | |
| 3 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 5.720 | 240 | 5.988 | 138 | 0,4 | 2,957 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 8.020 | 240 | 3.988 | 138 | 0,3 | 1,968 | | |
| 8 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 8.020 | 240 | 5.988 | 138 | 0,4 | 2,957 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 8.020 | 240 | 7.742 | 138 | 0,5 | 3,824 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 3.020 | 240 | 3.988 | 138 | 0,3 | 1,968 | | |
| 8 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 3.020 | 240 | 5.988 | 138 | 0,4 | 2,957 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 3.020 | 240 | 7.742 | 138 | 0,5 | 3,824 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 9.900 | 240 | 2.987 | 138 | 0,2 | 1,473 | | |
| 1 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 9.900 | 240 | 2.989 | 138 | 0,2 | 1,474 | | |
| 3 | B2 | ASSEMBLY | STEEL | S275 | B0(?) | WF 200X11 | 9.900 | 240 | 5.990 | 138 | 0,4 | 2,958 | | |

Gambar 7. Tampilan Data Setelah Diekspor ke Microsoft Excel

Perbandingan Hasil Quantity Take-off

Setelah pemodelan secara 3D dan 5D, diperoleh hasil perbandingan *quantity take-off* menggunakan metode BIM dengan hasil *quantity take-off* menggunakan metode konvensional. Tabel 5,6 dan 7 menunjukkan perbandingan pada pekerjaan beton, baja dan pembesian secara berurut.

Tabel 5. Perbandingan Quantity Take-Off Pekerjaan Beton

| No | Jenis Pekerjaan | Unit | Volume RAB | Volume BIM |
|----|--|--|--|--|
| 1 | Pengadaan dan pemancangan tiang pancang uk. 25/25, L = 12 m atau s/d tanah keras. | m ¹ | 30.396,00 | 30.396,00 |
| 2 | Pengadaan dan pemancangan tiang pancang uk. 30/30, L = 12 (6+3+3) m atau s/d tanah keras. | m ¹ | 5.316,00 | 5.316,00 |
| 3 | Pekerjaan <i>pile cap</i> : Pile cap type P1, beton K - 300 . Pile cap type P2, beton K - 300 . Pile cap type P4, beton K - 300 . | m ³ m ³ m ³ | 21,82 41,58 62,10 | 21,00 38,50 64,40 |
| 4 | Pekerjaan <i>tie beam</i> , beton K - 300 Tie beam type TB1 uk. 250x500 Tie beam type TB2 uk. 250x600 Tie beam type TB3 uk. 250x500 | m ³ m ³ m ³ | 81,16 129,17 0,75 | 72,00 134,05 0,75 |
| 5 | Pekerjaan balok lantai, beton K - 300 Balok lantai uk. 1300x400. Balok lantai uk. 650x400. | m ³ m ³ | 1.539,72 302,02 | 1,516,80 289,20 |
| 6 | Plat lantai T = 170 mm, beton K - 300 Plat lantai T = 150 mm, beton K - 300 | m ³ m ³ | 1.011,86 486,81 | 1.093,50 352,40 |
| 7 | Pekerjaan umpak, beton K - 300 Umpak K1 Umpak K2 Umpak K3 Umpak K4 Umpak K5 Umpak K6 Umpak K6a Umpak K7 Umpak K9 | m ³ m ³ m ³ m ³ m ³ m ³ m ³ m ³ m ³ | 10,80 9,45 6,30 14,50 1,60 3,60 1,20 4,00 9,60 | 10,80 9,45 6,30 14,50 1,60 3,60 1,20 4,00 9,60 |

Tabel 6. Perbandingan *Quantity Take-Off* Pekerjaan Baja

| No | Jenis Pekerjaan | Unit | Volume RAB | Volume BIM |
|----|---|------|------------|------------|
| 1 | Pekerjaan Kolom: | | | |
| | Umpak K1 | kg | 24.402,26 | 22.899,29 |
| | Umpak K2 | kg | 23.764,61 | 23.313,92 |
| | Umpak K3 | kg | 29.756,00 | 28.203,57 |
| | Umpak K4 | kg | 25.575,00 | 22.961,18 |
| | Umpak K5 | kg | 4.548,32 | 4.448,38 |
| | Umpak K6 | kg | 10.338,39 | 9.993,52 |
| | Umpak K7 | kg | 10.870,60 | 10.303,91 |
| | Umpak K9 | kg | 10.477,00 | 10.256,91 |
| 2 | Pekerjaan angkur & baut sambungan kolom: | | | |
| | Angkur Ø 25 mm. | bh | 318,00 | 318,00 |
| | Angkur Ø 22 mm. | bh | 120,00 | 120,00 |
| | Angkur Ø 19 mm. | bh | 148,00 | 148,00 |
| | Angkur Ø 16 mm. | bh | 220,00 | 220,00 |
| 3 | Pekerjaan rafter & balok | | | |
| | Balok B1 , WF 150x75x5x7 | kg | 1.880,00 | 1.676,36 |
| | Balok B2 , WF 200x100x5.5x8 | kg | 17.892,00 | 14.413,22 |
| | Balok B3 , WF 250x125x6x9 | kg | 21.235,00 | 21.328,46 |
| | Balok B4 , WF 300x150x6,5x9 | kg | 29.613,23 | 29.420,74 |
| | Balok B7 , HC 450x150x6,5x9 | kg | 30.211,44 | 27.417,38 |
| | Balok B8 , HC 675x200x9x14 | kg | 43.046,40 | 39.788,20 |
| | Balok B9 , HC 900x200x11x17 | kg | 91.753,60 | 91.958,71 |
| | Balok B10 , HB 300x300x10x15 | kg | 19.928,00 | 13.090,06 |
| 4 | Pekerjaan rangka atap & atap | | | |
| | CNP 150 x 65 x 20 x 2,3 termasuk CNP dudukan talang | kg | 70.205,00 | 64.451,28 |

Tabel 7. *Quantity Take-Off* Komponen Pembesian

| Nama | Satuan | Volume |
|--------------|--------|--------|
| BL1 | kg | 38332 |
| BL2 | kg | 155852 |
| Pedestal K1 | kg | 2898 |
| Pedestal K2 | kg | 3288 |
| Pedestal K3 | kg | 1341 |
| Pedestal K4 | kg | 3519 |
| Pedestal K5 | kg | 740 |
| Pedestal K6 | kg | 792 |
| Pedestal K6a | kg | 810 |
| Pedestal K7 | kg | 1160 |
| Pedestal K9 | kg | 2738 |
| PC1 | kg | 3952 |
| PC2 | kg | 4332 |
| PC4 | kg | 7268 |
| TB1 | kg | 15732 |
| TB2 | kg | 34743 |

Perbandingan Hasil Perhitungan RAB

Dengan mengalikan hasil *quantity take-off* dari kedua metode dengan harga satuan yang tercantum pada data RAB, diperoleh perbandingan nilai rencana anggaran biaya untuk metode BIM dan metode konvensional pada tabel 8.

Tabel 8. Perbandingan Hasil Perhitungan RAB

| Biaya | Metode Konvensional | Metode BIM | Selisih | Selisih (%) |
|-----------------|-------------------------|-------------------------|------------------------|---------------|
| Pekerjaan Beton | Rp11.173.502.709 | Rp10.790.943.150 | Rp382.559.559 | 3,424% |
| Pekerjaan Baja | Rp11.494.118.554 | Rp10.787.123.404 | Rp706.995.151 | 6,151% |
| Total | Rp22.667.621.263 | Rp21.578.066.554 | Rp1.089.554.709 | 4,807% |

Secara keseluruhan, diperoleh selisih akhir antara rencana anggaran biaya yang disusun menggunakan metode BIM dengan rencana anggaran biaya yang disusun menggunakan metode konvensional adalah sebesar Rp1.089.554.709 atau sebesar 4,807% dari metode konvensional.

Pembahasan

Penghematan biaya menggunakan metode BIM terjadi karena pemotongan bagian (*part cut*) yang dilakukan secara digital sehingga dapat mengurangi faktor *human error* yang terjadi ketika melakukan perhitungan volume secara konvensional. Karena kedua metode menggunakan harga satuan yang sama, maka perbedaan yang paling berpengaruh pada hasil perhitungan RAB adalah hasil perhitungan volume.

Pengaplikasian BIM dalam melaksanakan proses *quantity take-off* memiliki beberapa kelebihan dan kekurangan. Kelebihan penggunaan metode BIM dapat mengurangi kesalahan perhitungan, pekerjaan ulang, waktu yang digunakan, serta meningkatkan keakuratan pada pelaksanaan proses estimasi RAB [9]. Namun, kekurangan penggunaan metode BIM karena komponen-komponen bangunan saling berikatan secara kompleks, maka diperlukan adanya keterampilan pengguna dalam memodelkan bangunan. Selain itu, BIM memodelkan pelaksanaan proyek secara ideal tanpa ada bahan yang terbuang, sehingga *waste material* pada suatu proyek harus dipertimbangkan dan dihitung kembali secara manual. Sampai saat ini belum ada *software* BIM yang serbaguna dan dapat memodelkan setiap dimensi bangunan sekaligus, yang berarti perlu digunakan kolaborasi dari beberapa *software* BIM untuk melakukan pemodelan tersebut [9].

5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, ditemukan bahwa pelaksanaan *quantity take-off* untuk estimasi rencana anggaran biaya menggunakan metode BIM memberikan penghematan sebesar 4,807% dari keseluruhan biaya pekerjaan yang ditinjau. Perbedaan biaya ini terutama disebabkan oleh perbedaan hasil perhitungan volume, yang mana perhitungan volume menggunakan metode BIM membuahkan hasil perhitungan yang lebih cepat dan akurat.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] A. N. Sari dan V. Suryan, "Pandemi Covid-19: Dampak terhadap Pekerjaan Konstruksi," *Jurnal Talenta Sipil*, vol. 4, no. 2, pp. 214-220, 2021.
- [2] D. P. K. B. Aceh, "Era Digitalisasi Konstruksi (Part 1)- Tantangan," 29 Juli 2020. [Online]. Available: <https://dinaspupr.bandacehkota.go.id/2020/07/29/era-digitalisasi-konstruksi-part-1-tantangan/>.
- [3] D. Laorent, P. Nugraha dan J. Budiman, "Analisa Quantity Take-Off Dengan Menggunakan Autodesk Revit," *Dimensi Utama Teknik Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 1-8, 2019.
- [4] R. Ferial, B. Hidayat, R. C. Pesela dan D. Daoed, "Quantity Take-Off Berbasis Building Information Modeling (Bim) Studi Kasus: Gedung Bappeda Padang," *Jurnal Rekayasa Sipil*, vol. 17, no. 3, pp. 228-238, 2021.
- [5] A. Soedrajat, *Analisa (Cara Modern) Anggaran Biaya Pelaksanaan*, Bandung: NOVA, 1984.
- [6] Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, *Pelatihan Perencanaan Konstruksi Dengan Sistem Teknologi Building Information Modeling (BIM) - Modul 3*, Bandung: Kementerian PUPR, 2018.

- [7] Pusat Pendidikan dan Pelatihan Sumber Daya Air dan Konstruksi, Pelatihan Perencanaan Konstruksi Dengan Sistem Teknologi Building Information Modeling (BIM) - Modul 5, Bandung: Kementerian PUPR, 2018.
- [8] A. Monteiro dan J. P. Martins, "A Survey On Modeling Guidelines For Quantity Take-Off-Oriented BIM-Based Design," *Automation in Construction*, vol. 35, pp. 238-253, 2013.
- [9] R. T. Lestari, A. H. Yufrizal dan A. Andreas, "Kelebihan dan Kekurangan BIM untuk Estimasi Biaya," *DENSITY (Development Engineering of University) Journal*, vol. 4, no. 1, pp. 1-6, 2021.