

PERBANDINGAN PERHITUNGAN VOLUME PEKERJAAN DAK BETON BERTULANG ANTARA METODE BIM DENGAN KONVENSIONAL

Raymond Jonathan¹ dan Basuki Anondho²

¹Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
raymond.325170087@stu.untar.ac.id

²Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Universitas Tarumanagara, Jl. Letjen S. Parman No.1 Jakarta
basukia@ft.untar.ac.id

Masuk: 10-01-2021, revisi: 02-03-2021, diterima untuk diterbitkan: 17-03-2021

ABSTRACT

With the development of technologies, some engineers still have a limit about technologies that can help them on their project. One of the technologies in the construction field is Building Information Modelling (BIM). BIM is an innovation from Information Communication Technology (ICT) in the construction world. Applications from BIM used in this research are Cubicost Take-off Architecture & Structure (TAS) for concrete working volume calculation and Cubicost Take-off Reinforcement Bar (TRB) for reinforcement working volume calculation. In this research, the writer aims to compare the calculation of roof plate working volume between the Building Information Modeling method with the conventional method. On concrete working volume calculation with Cubicost TAS, the calculation has the same number as conventional calculation or having 0% differential. The working volume calculation between Cubicost TRB and conventional calculation has an accurate result with a differential of 0.59% on reinforcement. The calculation process with Cubicost, which has an automatic system, is shorter and not taking much time than the conventional one, which has a step-by-step process and formula that the writer should be studied first.

Keywords: Building Information Modeling; Cubicost; working volume of roof plate

ABSTRAK

Seiring berkembangnya teknologi, masih terdapat engineer yang dapat dikatakan terbatas dalam pengetahuan teknologi yang dapat membantu pengerjaan proyek mereka. Salah satu teknologi yang ada pada bidang konstruksi merupakan penggunaan *Building Information Modeling* (BIM). BIM merupakan salah satu inovasi yang termasuk dalam bidang *Information Communication Technology* (ICT) yang berada pada dunia konstruksi. Aplikasi BIM yang digunakan pada penelitian ini adalah *Cubicost Take-off Architecture & Structure* (TAS) untuk perhitungan volume kebutuhan beton dan *Cubicost Take-off Reinforcement Bar* (TRB) untuk perhitungan volume kebutuhan besi. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan perhitungan volume pekerjaan dak beton bertulang antara metode *Building Information Modeling* dengan konvensional untuk mengetahui manfaat dari penggunaan BIM pada perhitungan volume pekerjaan dak beton bertulang. Pada perhitungan kebutuhan volume beton dengan aplikasi Cubicost TAS, perhitungannya menghasilkan angka yang sama dengan perhitungan konvensional atau perbedaan 0%. Pada perhitungan kebutuhan berat besi untuk pekerjaan pembesian antara aplikasi Cubicost TRB dengan perhitungan konvensional menghasilkan hasil yang akurat dengan perbedaan 0.59%. Proses perhitungan dengan Cubicost yang memiliki sistem otomatisasi dapat dikatakan lebih singkat dan tidak memakan waktu jika dibandingkan dengan konvensional yang membutuhkan cara pengerjaan satu per satu dan rumus yang perlu dipahami terlebih dahulu.

Kata kunci: *Building Information Modeling; Cubicost; volume pekerjaan dak beton.*

1. PENDAHULUAN

Pada jaman yang sudah berkembang ini, terdapat banyak engineer yang masih dapat dikatakan sangat terbatas dalam pengetahuan teknologi yang dapat membantu pengerjaan proyek mereka. Salah satu teknologi yang ada pada bidang konstruksi merupakan penggunaan *Building Information Modeling* (BIM). Hal ini diakibatkan keterbatasannya informasi dan kurangnya pengetahuan tentang penggunaan BIM bagi para engineer (Rizaldi, Farni, & Mulyani, 2016). BIM sendiri merupakan sebuah *Virtual Models* dari sebuah bangunan yang memiliki koleksi data – data bangunan yang disusun dalam sebuah struktur berbasis *database* yang mudah diurutkan secara visual ataupun numerik (Azhar, 2011). Pada masa yang akan datang, BIM diproyeksikan akan mampu membantu engineer dalam proses struktur dan

konstruksi. Pada prosesnya, BIM akan membantu engineer pada saat mendesain gedung, pengendalian proyek, dan menghitung rencana anggaran biaya (RAB) (Rizaldi, Farni, & Mulyani, 2016).

Perencanaan yang matang hingga ketelitian dalam perhitungan RAB untuk memenuhi spesifikasi yang dibutuhkan dengan biaya yang akurat sangat diperlukan dalam proses merencanakan sebuah bangunan. Untuk mendapatkan RAB, diperlukan perhitungan dari harga satuan pekerjaan yang harus dikalikan dengan besarnya volume pekerjaan yang diperlukan. Volume pekerjaan adalah besaran satuan volume pekerjaan sesuai dengan masing - masing item pekerjaan. Untuk menghasilkan perhitungan volume yang baik, estimator harus memahami gambar desain yang definitif. Gambar tersebut meliputi gambar denah, potongan, detail, dan hingga model struktur 3dimensinya (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, 2019).

Salah satu struktur bangunan yang termasuk dalam pekerjaan proyek adalah atap. Pekerjaan atap merupakan bagian dari suatu konstruksi bangunan yang berfungsi sebagai penutup seluruh ruangan yang berada dibawahnya terhadap pengaruh cuaca panas, debu, hujan angin atau untuk keperluan perlindungan. Bentuk atap berpengaruh terhadap keindahan bangunan dan pemilihan tipe atap hendaknya disesuaikan dengan iklim setempat, biaya yang tersedia, dan material yang didapat. Dak beton bertulang merupakan salah satu jenis struktur yang dapat dipakai pada atap. Struktur dak beton bertulang dengan pelat lantai hanya dibedakan dengan beban hidup dan beban mati yang bekerja (Octavian, 2019).

Building Information Modeling (BIM) adalah salah satu inovasi yang termasuk dalam bidang *Information Communication Technology* (ICT) yang berada pada dunia konstruksi. Penerapan BIM sendiri memiliki nilai positif dan negatifnya yang masih belum diketahui dan membutuhkan pertimbangan lagi. *Building Information Modeling* sendiri merupakan perubahan dalam bidang konstruksi yang diharapkan dapat mempercepat waktu konstruksi, meningkatkan kolaborasi dengan berbagai pihak yang terlibat, mengendalikan masalah biaya yang terjadi, dan mengurangi adanya kemungkinan hal - hal yang kurang efisien sehingga produktivitas keseluruhan proyek dapat maksimal. Banyak penelitian yang sudah membuktikan bahwa penggunaan BIM dengan teknologi baru sangat memiliki keuntungan dan manfaat yang dalam banyak faktor jika dibandingkan dengan penggunaan aplikasi 2D tradisional seperti *Computer-Aided Design* (CAD). Jika dibandingkan dengan penggunaan CAD, BIM menawarkan banyak sekali keuntungan yang dapat diperoleh dari hal perencanaan hingga penyimpanan *database* (Howell & Batcheler, 2003).

Volume disebut sebagai kubikasi pekerjaan. Artinya, volume pekerjaan yang dimaksud bukanlah volume isi yang sebenarnya, melainkan jumlah sebuah volume bagian pekerjaan dalam satu kesatuannya. Umumnya volume dikenal dengan satuan m^3 , tetapi pada volume pekerjaan satuannya berbeda - beda tergantung kepada jenis pekerjaannya (Setiabudi, 2016). Volume pekerjaan membutuhkan penguraian secara rinci terkait besarnya volume atau kubikasi suatu pekerjaan. Menguraikan disini memiliki arti menghitung besarnya volume masing - masing pekerjaan sesuai dengan gambar bestek dan detail pada proyek tersebut. Gambar bestek sendiri merupakan gambar lanjutan dari uraian gambar pra rencana hingga gambar detail dasar dengan skala yang lebih besar yang juga berisi lampiran - lampiran dari uraian syarat - syarat pekerjaan. Sebelum menghitung besarnya masing - masing volume pekerjaan, diperlukan pemahaman terhadap gambar bestek dan detail. Dengan demikian, volume pekerjaan dapat disusun sebaik mungkin secara sistematis dengan lajur - lajur tabelaris dan dikelompokkan sesuai dengan urutan pekerjaan dari awal hingga akhir.

Dak beton bertulang merupakan salah satu jenis atap yang merupakan kombinasi antara besi dengan beton yang biasanya terletak pada atap datar. Atap merupakan salah satu bagian dari bangunan yang memiliki fungsi untuk menjadi penutup seluruh ruangan yang berada di bawahnya. Atap memiliki kewajiban untuk menjadi perlindungan untuk penghuni terhadap pengaruh panas, debu, hujan, angin, dan lainnya. Atap memang dapat dikatakan ringan, tetapi atap harus menjamin pengaruh luar terhadap konstruksi dan penutupnya dalam hal suhu yang dipengaruhi sinar matahari, cuaca seperti air hujan dan kelembapan udara, serta keamanan terhadap gaya horizontal seperti angin juga gempa (Noorlaelarsi, 2010).

Penelitian ini akan melakukan perbandingan antara perhitungan volume pekerjaan dak beton bertulang antara metode BIM dengan cara konvensional dimana perhitungan akan dilakukan pada perhitungan pekerjaan pembesian dengan volume beton. Penelitian ini dilakukan pada gedung dengan fungsi kantor yang menggunakan atap dengan jenis dak beton bertulang.

2. METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini yang akan membandingkan perhitungan volume pekerjaan dak beton bertulang antara metode BIM dengan konvensional, penulis menggunakan Cubicost TRB yang akan digunakan untuk menghitung volume pekerjaan pembesian dan Cubicost TAS yang digunakan untuk menghitung volume pekerjaan beton sebagai aplikasi dari

perhitungan volume pekerjaan dak beton bertulang dengan BIM. Berikut ini merupakan metode kerja yang digunakan pada penelitian ini, yaitu:

1. Mengidentifikasi dimensi dan spesifikasi dak beton bertulang.
2. Membuat virtualisasi dak beton bertulang dengan Cubicost TRB.
3. Perhitungan volume pekerjaan dak beton bertulang dengan Cubicost.
4. Volume pekerjaan dak beton bertulang dengan Cubicost.
5. Volume pekerjaan dak beton bertulang dengan cara konvensional.
6. Perbandingan volume pekerjaan dak beton bertulang antara BIM dengan konvensional.

Penelitian ini melakukan pengumpulan data yang didapat dari tugas Perancangan Konstruksi Universitas Tarumanagara yang dikerjakan oleh penulis. Pedoman yang digunakan untuk perhitungan adalah SNI 2847:2013 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Perencanaan Pelat Beton Menurut PBI 1971. Berikut ini merupakan data – data yang diperlukan, antara lain:

1. Fungsi bangunan
2. Panjang bangunan
3. Lebar bangunan
4. Tinggi per lantai
5. Tebal pelat tiap lantai
6. Selimut beton
7. Diameter tulangan
8. Nilai $f'c$
9. Nilai f_y
10. Tulangan utama
11. Tulangan pembagi
12. Gambar denah dan detail dari pelat.

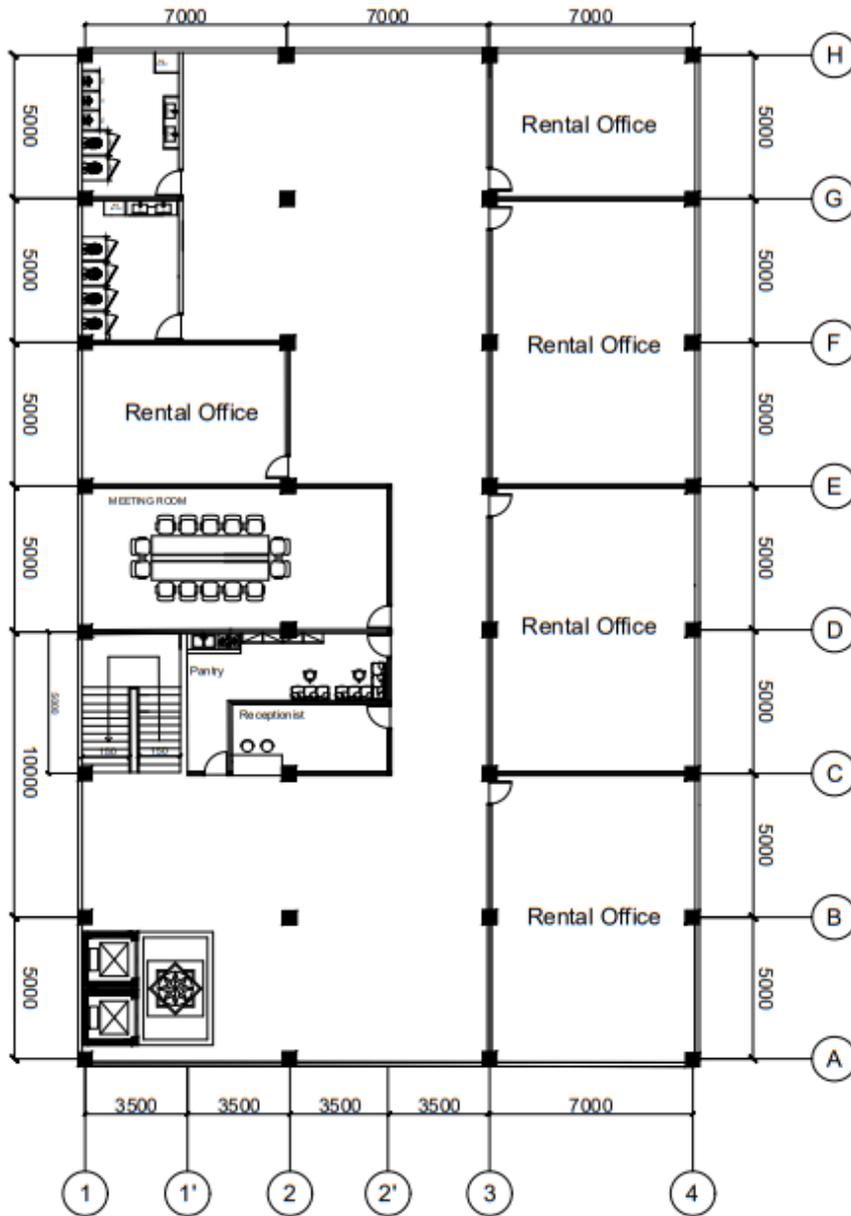
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Mengidentifikasi dimensi dan spesifikasi dak beton bertulang

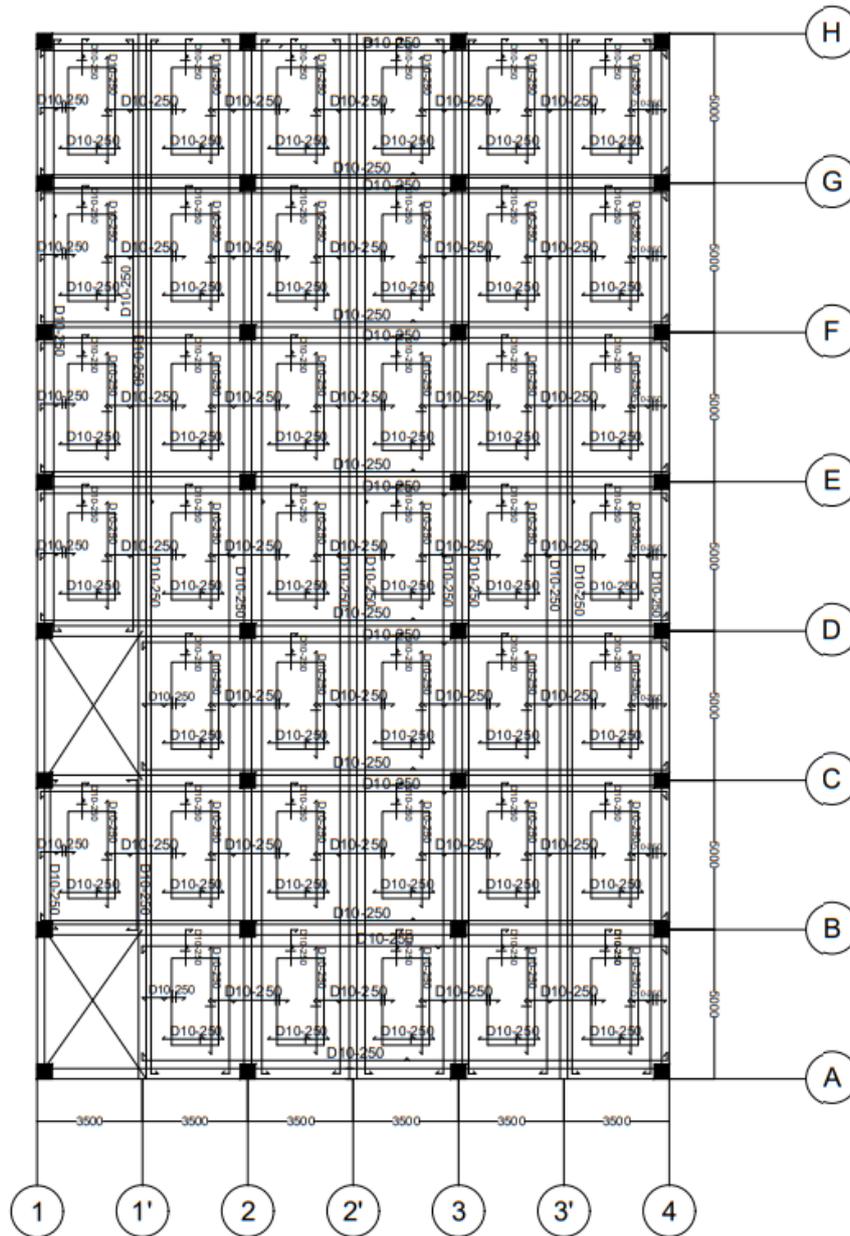
Pada penelitian kali ini, data – data diperoleh dari proyek sebuah bangunan dengan fungsi kantor dengan luas bangunan 5.880 m² dengan dak beton bertulang sebagai jenis atap yang digunakan. Spesifikasi data yang diambil meliputi faktor – faktor yang mempengaruhi perhitungan pelat.

- | | |
|-----------------------|--------------|
| 1. Fungsi bangunan | : Kantor |
| 2. Panjang | : 35 m |
| 3. Lebar | : 21 m |
| 4. Tinggi per lantai | : 4 m |
| 5. Tebal pelat lantai | : 125 mm |
| 6. Selimut beton | : 20 mm |
| 7. Diameter tulangan | : 10 mm |
| 8. $f'c$ | : 25 MPa |
| 9. f_y | : 400 MPa |
| 10. Tulangan utama | : D10-250 mm |
| 11. Tulangan pembagi | : D10-250 mm |

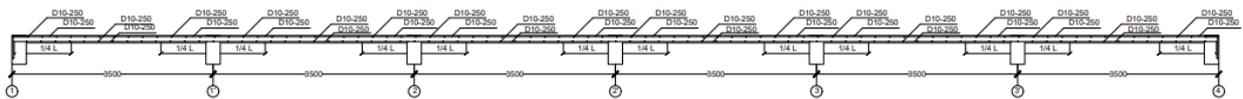
Selain spesifikasi data yang diambil, diperlukan juga gambar denah bangunan seperti Gambar 1, denah penulangan dak beton bertulang pada Gambar 2 dan potongan penulangan dak beton bertulang yang ada pada Gambar 3, Gambar 4 dan Gambar 5 untuk proses virtualisasi dan perhitungan volume pekerjaan yang akan dilakukan.



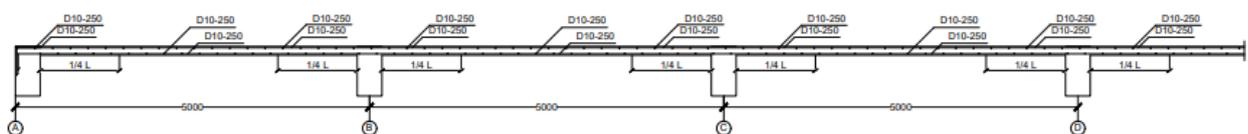
Gambar 1. Denah bangunan



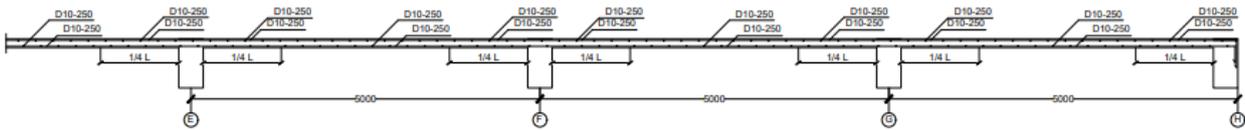
Gambar 2. Denah penulangan pelat lantai



Gambar 3. Detail penulangan pelat arah X



Gambar 4. Detail penulangan pelat arah Y potongan kiri

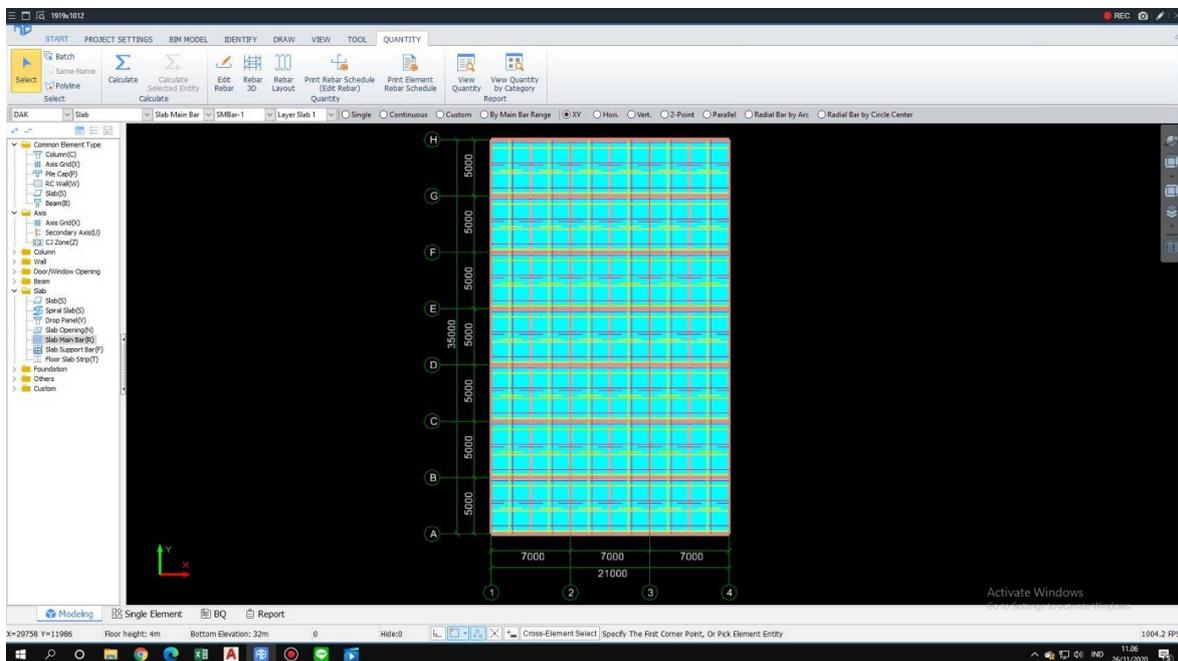


Gambar 5. Detail penulangan pelat arah Y potongan kanan

Membuat virtualisasi dak beton bertulang dengan Cubicost TRB

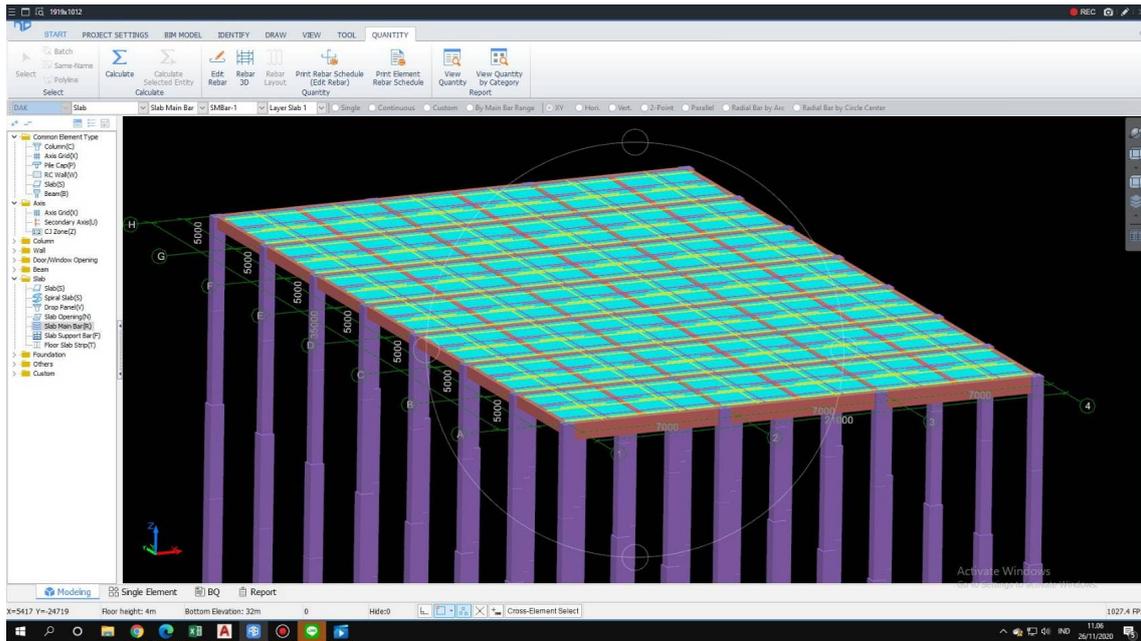
Berikut ini merupakan prosedur pengerjaannya virtualisasi dak beton bertulang dengan Cubicost TRB, yaitu:

1. Tentukan jumlah lantai hingga lantai dak beserta dengan ketinggian tiap lantainya.
2. Bentuk garis as sesuai dengan bangunan pada lantai dak.
3. Desain semua ukuran kolom dan balok sesuai dengan ukuran pada gambar.
4. Letakkan kolom dan balok sesuai dengan jenisnya dan letaknya pada denah bangunan.
5. Desain pelat atap atau dak beton bertulang dengan mengisi nilai f_c' dan ketebalannya.
6. Letakkan pelat sesuai dengan denah dan jenisnya.
7. Tentukan jenis penulangan pelat beserta dengan detail tulangan yang digunakan.
8. Pilih jenis dan panjang dari tulangan menerus, tulangan sambungan, dan tulangan penyaluran (seperti l_{dh} , l_t , dan l_s) yang menjadi salah satu faktor penentu dalam perhitungan.
9. Proses virtualisasi telah selesai, kembali ke *layer* model untuk melihat hasil virtualisasi dari dak beton bertulang yang telah dibuat.



Gambar 6. Dak beton bertulang tampak 2D

Setelah proses virtualisasi dilakukan, pemeriksaan tulangan dapat dilakukan dengan melihat dari bentuk virtualisasi dak beton bertulang pada aplikasi Cubicost TRB dalam tampak 2D seperti Gambar 6.

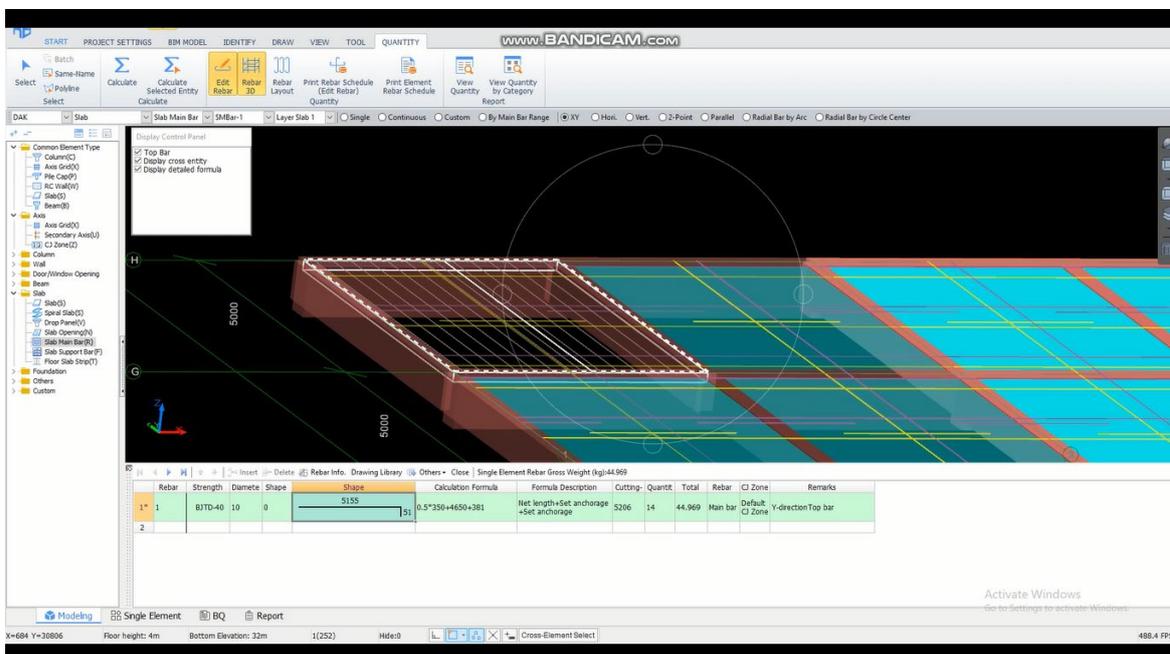


Gambar 7. Dak beton bertulang tampak 3D

Bentuk 3D dari gambar bisa dilihat dengan melakukan *drag* pada bagian pelat sehingga bentuk 3D akan terlihat seperti yang ada pada Gambar 7. Setelah virtualisasi selesai, dapat dilanjutkan dengan proses perhitungan kebutuhan besi dan beton.

Perhitungan volume pekerjaan dak beton bertulang dengan Cubicost

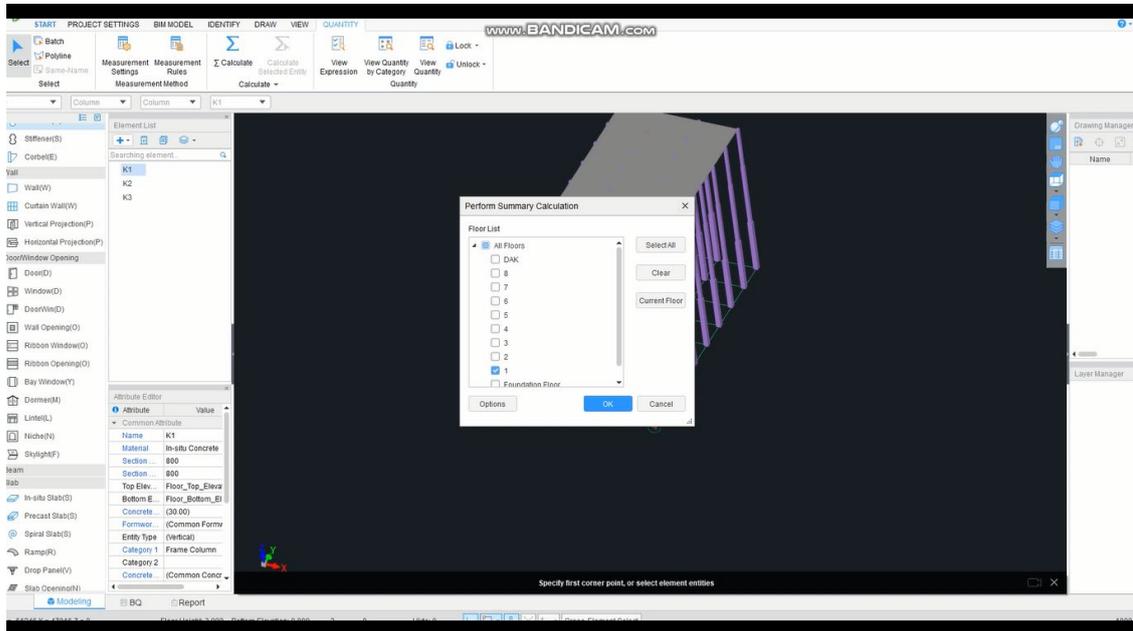
Setelah proses virtualisasi selesai, proses perhitungan dapat langsung dilakukan dengan menggunakan menu *Calculate Program* yang secara otomatis melakukan proses perhitungan. Cubicost TRB memiliki kemampuan untuk memastikan setiap angka yang diperhitungkan memiliki asal yang jelas dan dapat diperiksa terlebih dahulu sebelum tabel hasil dikeluarkan. Setelah memastikan semua angka yang ada sesuai dengan fitur *view quantity by category*, dapat ditampilkan tabel meliputi hasil perhitungan dan kebutuhan berat besi untuk pekerjaan pembesian seperti pada Gambar 8.



Gambar 8. Kalkulasi pembesian dak beton bertulang dengan Cubicost TRB

Setelah memperoleh volume pekerjaan pembesian untuk dak beton bertulang, akan dilanjutkan dengan perhitungan untuk menghitung banyak volume beton yang diperlukan dengan aplikasi BIM yaitu Cubicost TAS. Pada aplikasi Cubicost TAS, tidak diperlukan desain ulang karena gambar sudah dibuat dari Cubicost TRB sehingga gambar dapat langsung dikirim ke Cubicost TAS untuk langsung menghitung kebutuhan volume beton. Berikut ini merupakan prosedur pengerjaannya, yaitu:

1. *Import* model yang telah dibuat pada aplikasi Cubicost TRB pada Cubicost TAS.
2. Melakukan pemeriksaan untuk memastikan model yang telah dimasukkan benar dan kelengkapan setiap item sesuai dari segi ukuran dan detailnya.
3. Karena data yang di-*import* dari Cubicost TRB sesuai, nilai f_c' dari pelat sudah dimasukkan sehingga proses perhitungan pada Cubicost TAS dapat langsung dikalkulasi dengan *Calculate* seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Kalkulasi volume beton dak beton bertulang dengan Cubicost TAS

Volume pekerjaan dak beton bertulang dengan Cubicost

Pada perhitungan dengan aplikasi BIM, hasil yang didapatkan berupa hasil akhir berupa berat dalam bentuk kg pada volume pekerjaan pembesian dan berupa volume dalam bentuk m^3 pada volume pekerjaan beton.

Tabel 1. Hasil perhitungan volume pekerjaan dengan Cubicost

Klasifikasi				Kuantitas					
Jenis lantai	F_c'	Tipe elemen	Ketebalan (mm)	Volume (m^3)	Luas (m^2)	Luas bersih (m^2)	Area proyek (m^2)	Berat besi diperlukan (kg)	Jumlah pelat (pc)
DAK	25	Horizontal	125	91.875	735	633.938	735	7570.134	42
Total				91.875	735	633.938	735	7570.134	42

Pada tabel 1, didapatkan keterangan yang menjelaskan bahwa penelitian dak beton bertulang ini menggunakan f_c' 25 Mpa dengan ketebalan pelat 125 mm dengan luas lapangan pekerjaan $735 m^2$ dengan luas bersih $633.938 m^2$. Memiliki total 42 pelat sesuai dengan keterangan yang ada, didapatkan kebutuhan berat besi untuk pekerjaan pembesian adalah 7570.134 kg dan kebutuhan volume beton untuk pengecoran adalah $91.875 m^3$.

Volume pekerjaan dak beton bertulang dengan cara konvensional

Volume pekerjaan dak beton bertulang dengan cara konvensional terbagi menjadi dua, yaitu pekerjaan pembesian dan pekerjaan beton. Perhitungan volume pekerjaan dak beton bertulang dengan cara konvensional menghasilkan volume pekerjaan pembesian dengan hasil sebesar 7614.9708 kg besi yang dibutuhkan dan volume pekerjaan beton dengan hasil sebesar $91.875 m^3$ volume beton yang dibutuhkan.

Perbandingan volume pekerjaan dak beton bertulang antara BIM dengan konvensional

Berdasarkan perhitungan dengan menggunakan aplikasi Cubicost, diperoleh hasil volume pekerjaan pembesian dan beton sebesar:

1. Volume pekerjaan pembesian = 7570.134 kg.
2. Volume pekerjaan beton = 91.875 m³.

Berdasarkan perhitungan konvensional dengan rumus yang ada, diperoleh besar volume pekerjaan pembesian dan beton seperti berikut:

1. Volume pekerjaan pembesian = 3553.2536 kg + 4061.7172 kg = 7614.9708 kg.
2. Volume pekerjaan beton = 3.5m x 5m x 0.125m x 42 pelat = 91.875 m³.

Setelah perhitungan dari masing – masing cara, dapat diperoleh faktor kesalahan sebesar:

1. Volume pekerjaan pembesian = $\frac{7614.9708 - 7570.134}{7614.9708} \times 100\% = 0.59\%$
2. Volume pekerjaan beton = $\frac{91.875 - 91.875}{91.875} \times 100\% = 0\%$

Berdasarkan dengan hasil perhitungan diatas, dapat dilihat bahwa perhitungan menggunakan aplikasi Cubicost mendapatkan hasil kebutuhan besi sebanyak 7570.134 kg dan volume beton sebanyak 91.875 m³. Pada perhitungan konvensional, didapatkan bahwa kebutuhan berat besi yaitu 7614.9708 dimana memiliki perbedaan sebanyak 0.59% dengan perhitungan dengan Cubicost dimana perhitungan Cubicost mendapatkan hasil yang lebih efisien. Perhitungan volume beton dengan cara konvensional mendapatkan hasil 91.875 m³ dimana hasil tersebut merupakan angka yang sama dengan aplikasi Cubicost yang berarti perhitungan Cubicost akurat.

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang diperoleh, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan metode BIM untuk menghitung volume pekerjaan dak beton bertulang dengan metode BIM memiliki hasil yang sangat akurat pada perhitungan kebutuhan volume beton dengan aplikasi Cubicost TAS yang perhitungannya menghasilkan angka yang sama dengan perhitungan konvensional atau perbedaan 0%, yaitu 91.875 m³ beton.
2. Penggunaan metode BIM untuk perhitungan kebutuhan berat besi pada pekerjaan pembesian dengan aplikasi Cubicost TRB yang tertulis membutuhkan 7570.134 kg besi, sedangkan pada perhitungan konvensional didapatkan hasil 7614.9708 kg yang berarti perhitungan dengan aplikasi BIM menghasilkan hasil yang sangat akurat dengan perbedaan 0.59%.

Penelitian ini masih memiliki kekurangan dan pembahasan yang kurang mendalam pada beberapa hal. Maka dari itu, terdapat beberapa saran yang diharapkan dapat membantu untuk pengembangan penelitian selanjutnya, antara lain sebagai berikut:

1. Perhitungan volume pekerjaan pada penelitian ini hanya sampai menghitung besar kebutuhan volume beton dan berat besi untuk pembesian. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan mengikutsertakan perhitungan kebutuhan bekisting.
2. Penelitian ini hanya memperhitungkan volume pekerjaan dak beton bertulang. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan mengikutsertakan seluruh pekerjaan struktur yang terdapat dalam bangunan secara utuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Azhar, Salman. "Building Information Modeling (BIM): Trends, Benefits, Risks, and Challenges for the AEC Industry." *Leadership and Management in Engineering*, 2011, doi:10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127.
- Howell, Ian and Bob Batcheler. *Building Information Modeling Two Years Later – Huge Potential, Some Success and Several Limitations*. Australia: Laiserin Letter, 2003.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia. *Perhitungan Volume, Analisa Harga Satuan, RAB, dan Spesifikasi Teknis*. Jakarta: Sistem Manajemen Pengetahuan (SIMANTU), 2019.
- Noorlaelari, Yullianty. *Modul Ajar Konstruksi Atap Bangunan Gedung*. Bandung: Politeknik Negeri Bandung, 2010.

- Octavian, Ilham. *Analisis Perbandingan Kebutuhan Atap Menggunakan Baja Ringan dan Dak Beton Bertulang (Studi Kasus: Perumahan Nagoya Valley Residence)*. Batam: Universitas Internasional Batam, 2019.
- Rizaldi, Rezki Ikhsan, et al. *Kajian Potensi Bangunan Building Information Modeling (BIM) Dalam Merencanakan Gedung di Indonesia*. Padang: Bung Hatta University, 2016.
- Setiabudi, Adam Bagus. *Laporan Individu Praktik Pengalaman Lapangan*. Yogyakarta: Lumbung Pustaka Universitas Negeri Yogyakarta, 2016.