



Perbandingan perhitungan BoQ antara *Revit* 2019 dan metode konvensional pada pekerjaan struktur

Fasya Noor Laily^a, Hasti Riakara Husni^b, Bayzoni^c

^a Mahasiswa Program Studi S1 Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

^b Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

^c Jurusan Teknik Sipil, Universitas Lampung, Jl. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, 35145, Indonesia

HIGHLIGHTS

- Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan perhitungan dengan metode berbasis BIM terhadap metode konvensional
- BIM adalah proses pemodelan yang mencakup seluruh data dan informasi yang direpresentasikan secara terintegrasi dalam bentuk 3D
- Perhitungan BoQ sangat mempengaruhi nilai perkiraan akhir dari suatu pekerjaan konstruksi

INFO ARTIKEL

Riwayat artikel:

Diterima 19 Januari 2021

Diterima setelah diperbaiki 06 Maret 2021

Diterima untuk diterbitkan 19 Juni 2021

Tersedia secara online 01 Agustus 2021

Kata kunci:

Bill of quantity,
building information modeling,
metode konvensional,
revit 2019.

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengeksplorasi potensi BIM dan mengetahui perbandingan perhitungan BoQ menggunakan *Revit* 2019 dan metode konvensional pada pekerjaan struktur yang terdiri dari volume fondasi, lantai, kolom, balok, tangga, ramp, tulangan sekaligus perhitungan baja ringan untuk rangka atap. Penelitian ini menggunakan Gedung G Fakultas Pertanian Universitas Lampung sebagai studi kasus penelitian. Dari hasil pemodelan dan perhitungan yang telah dilakukan, didapat adanya ketidakselarasan jumlah baja IWF dan reng baja ringan yang dihitung dengan yang ada di gambar rencana oleh perencana. Sehingga untuk mendapatkan hasil yang akurat, dilakukan perhitungan ulang terhadap hasil metode konvensional pada berat baja IWF dan reng baja ringan. Berikut merupakan rincian nilai persentase perbandingan BoQ menggunakan *Revit* 2019 terhadap metode konvensional, yaitu untuk pekerjaan fondasi sebesar 96,5%, lantai 98,17%, kolom 89,37%, balok 88,88%, tangga 90,35%, tulangan 112,18%, baja CNP 82,04%, baja IWF 81,54% dan reng baja ringan 100,18% sehingga nilai rata-rata perbandingan sebesar 93,25%. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perhitungan BoQ dan pemodelan elemen struktur menggunakan *Revit* 2019 dapat dilakukan dengan cepat, efektif, dan menghasilkan hasil yang akurat serta mampu meminimalisasi kemungkinan terjadinya kesalahan akibat *human error* pada saat mendesain maupun menghitung volume pekerjaan.

Diterbitkan oleh Jurusan Teknik Sipil Universitas Lampung

1. Pendahuluan

Bangunan gedung merupakan wujud fisik hasil dari pekerjaan konstruksi yang menyatu dengan tempat kedudukannya, sebagian atau seluruhnya berada di atas dan/atau di dalam tanah dan/atau air, yang berfungsi sebagai tempat manusia melakukan kegiatannya, baik untuk hunian atau tempat tinggal, kegiatan keagamaan, kegiatan usaha, kegiatan sosial, budaya, maupun kegiatan khusus [1]. Bangunan gedung terdiri atas elemen struktur dan elemen non struktur. Elemen struktur adalah bagian dari sebuah sistem bangunan yang bekerja untuk menerima dan menyalurkan beban pada struktur bangunan. Dengan semakin berkembangnya teknologi di bidang konstruksi,

perencanaan pembangunan yang mencakup seluruh data dan informasi yang umumnya terdiri dari tiga dokumen utama yaitu daftar volume pekerjaan, gambar, konstruksi, dan spesifikasi dapat dengan mudahnya direpresentasikan dalam bentuk model 3D. Proses perencanaan terintegrasi tersebut disebut sebagai *Building Information Modeling* (BIM) [2]. Terdapat banyak *platform* BIM yang telah ada di pasaran salah satunya adalah *Revit*. *Revit* merupakan *platform* BIM yang dikembangkan oleh Autodesk yang menyediakan *interface* yang mudah dipahami dan dijalankan.

Daftar volume pekerjaan atau *Bill of Quantity* (BoQ) merupakan perhitungan dari volume tiap-tiap jenis pekerjaan yang terdapat di dalam gambar konstruksi. Perhitungan BoQ sendiri berfungsi untuk menentukan nilai perkiraan akhir dari suatu pekerjaan konstruksi [3]. Dengan adanya BIM, persiapan dokumen termasuk perhitungan BoQ dapat menghasilkan hasil yang saling berkaitan dan satu kesatuan sehingga dapat mengurangi

* Penulis koresponden.

Alamat e-mail: fasya0102@gmail.com (F.N. Laily).

Peer review dibawah tanggung-jawab Jurusan Teknik Sipil - Universitas Lampung.

<https://doi.org/10.23960/rekrjits.v25i2.30>

tingkat terjadinya kesalahan sehingga pekerjaan dapat dilakukan secara efektif dan efisien [4]. Menurut Akbar dkk. [5] perhitungan BoQ dengan menggunakan *Revit* menghasilkan selisih sebesar 10% lebih rendah dibandingkan dengan perhitungan metode konvensional. Dari hasil ini, dapat dibuktikan bahwa dengan BIM perhitungan volume kuantitas dapat dilakukan dengan cepat dan akurat. Sedangkan menurut Zima [6] untuk mendapatkan perhitungan yang akurat perlu dilakukan pendetailan yang tepat pada tiap elemennya. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian yang membandingkan empat macam perhitungan, yaitu perhitungan manual yang mendetail, manual yang disimplifikasikan, perhitungan menggunakan *software Revit*, dan perhitungan menggunakan *software* BIM Vision. Dari penelitian ini didapatkan hasil bahwa perhitungan menggunakan *Revit* memiliki perbedaan sebesar 0.02% dari perhitungan manual secara mendetail, sedangkan perhitungan menggunakan BIM Vision memberikan hasil yang tepat seperti menggunakan perhitungan manual secara mendetail. Selain itu, berdasarkan penelitian yg dilakukan oleh Laorent dkk. [7], dengan menggunakan *Revit* sebagai *platform* BIM, pemodelan gedung dapat dilakukan dengan baik dan menghasilkan perhitungan volume yang akurat pada balok dan kolom sehingga membuat pekerjaan konstruksi dapat berjalan secara efisien. Berdasarkan penelitian dengan menggunakan metode kuisioner, wawancara dan studi kasus berbasis BIM yang dilakukan oleh Berlian dkk. [8], didapatkan hasil bahwa BIM mampu menghemat waktu perencanaan sebesar 50%, meminimalisasi kebutuhan SDM sebesar 26,66%, dan menghemat biaya sebesar 52,25%. Sedangkan, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Pratoom dkk. [9] dengan menggunakan BIM, perhitungan volume tulangan dengan BIM menghasilkan hasil sebesar 1.11% lebih rendah dibandingkan perhitungan volume tulangan yang sesungguhnya, hal ini disimpulkan bahwa perhitungan tulangan dengan BIM masih memerlukan penambahan kuantitas untuk mengkompensasikan kelebihan potongan tulangan yang terjadi.

Adapun penelitian ini dilakukan dengan memfokuskan pada perbandingan perhitungan BoQ menggunakan metode konvensional dengan menggunakan bantuan *Revit* 2019 sebagai *platform* BIM pada pekerjaan struktur yang terdiri dari volume fondasi, pelat, balok, lantai, tangga, ramp, tulangan sekaligus perhitungan baja ringan untuk rangka atap. Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengeksplorasi potensi BIM dan mengetahui persentase perbandingan perhitungan BoQ menggunakan *Revit* 2019 dengan menggunakan metode konvensional. Hasil dari penelitian ini nantinya dapat dimanfaatkan sebagai tambahan acuan dan pertimbangan dalam merencanakan suatu pekerjaan di bidang konstruksi.

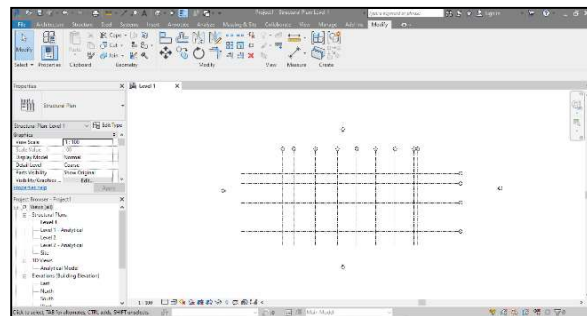
2. Material dan Metode Penelitian

Objek penelitian adalah Gedung G Fakultas Pertanian Unila yang sedang dalam tahap renovasi yang berlokasi di Bandar Lampung. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah laptop dengan RAM 12 GB dan *processor* Intel Core i5, *mouse*, serta Autodesk *Revit* 2019. Selanjutnya, dokumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah data sekunder proyek Gedung G Fakultas Pertanian Unila berupa gambar rencana dan *Bill of Quantity* (BoQ).

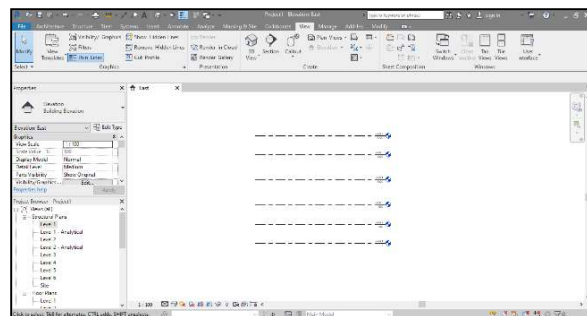
Penelitian dimulai dengan tahap persiapan yang dilakukan dengan menginstalasi *Revit* 2019 pada laptop. Selanjutnya yaitu mengumpulkan data yang dibutuhkan. Data yang dibutuhkan merupakan data sekunder berupa gambar rencana dan BoQ. Gambar rencana berbentuk *soft file* dalam format PDF dan dwg. Setelah mendapatkan gambar rencana dan BoQ, data tersebut dipelajari dan dilanjutkan dengan pemodelan 3D dan penulangan pada elemen struktur fondasi, *sloof*, pelat, kolom, balok, tangga dan *ramp* pada lantai 1, lantai 2, lantai 3, lantai 4 dan atap dengan menggunakan *Revit* 2019. Untuk pemodelan struktur digunakan *Structural Analysis-Default Metric* sebagai *template*. Tahapan pemodelan elemen struktur menggunakan *Revit* 2019 sebagai berikut.

2.1 Pembuatan grid dan elevasi

Pembuatan *grid* dibantu dengan menggunakan *Grid Tool* yang terdapat di *Architecture Ribbon. View* dari level 1 yang terdapat di *Project Browser* dipilih dan *Line Tool* digunakan untuk menggambar *grid* di *Drawing Area*. Hasil *Grid* yang telah dibuat selanjutnya disajikan pada Gambar 1. Setelah *grid* terbentuk, dilanjutkan dengan pembuatan elevasi. Untuk membuat elevasi, dipilih *view* dari *East* yang terdapat di *Project Browser* dan opsi *Level* yang terdapat di *Architecture Ribbon*. Garis elevasi selanjutnya digambar di *Drawing Area* menggunakan *Line Tool*. Gambar 2 menampilkan hasil *Level* yang telah dibuat.



Gambar 1 Hasil grid yang sudah dibuat

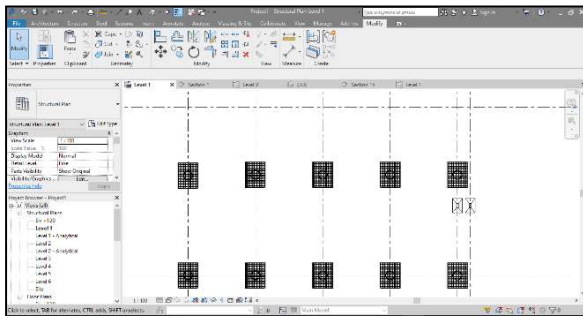


Gambar 2. Hasil level yang telah dibuat

2.2 Pemodelan dan penulangan fondasi

Pada Gedung G Fakultas Pertanian Unila digunakan dua jenis fondasi yang berbeda yaitu fondasi telapak dan fondasi *bore pile*. Langkah pertama yang dilakukan yaitu membuat *family* kedua fondasi tersebut dengan memilih menu *File > New > Family* lalu membuka folder *Family Templates > English > Metrics Structural Foundation*. *Family*

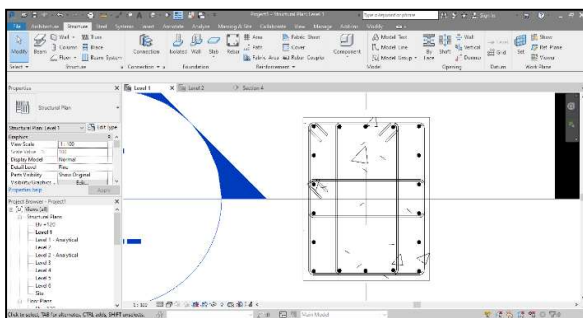
kedua fondasi tersebut dibuat dengan bantuan *Extrusion Tool* dan *Blend Tool* yang terdapat di *Create Ribbon*. Setelah *family* kedua fondasi tersebut selesai dibuat, *family* fondasi tersebut dimasukkan ke dalam *Project File* dengan memilih opsi *Load into Project* yang terdapat di *Create Ribbon*. Modifikasi dimensi fondasi dapat dilakukan dengan memilih opsi *Edit Type* yang terdapat di *Properties Palette*. Setelah itu, fondasi diletakkan di *Drawing Area* dan dilanjutkan dengan memasang tulangan dengan bantuan *Rebar Tool* yang terdapat di *Structure Ribbon*. Gambar 3 berikut menampilkan hasil dari pemodelan dan penulangan fondasi yang telah dibuat dari tampak atas.



Gambar 3 Hasil pemodelan dan penulangan pondasi

2.3 Pemodelan dan penulangan kolom

Pembuatan kolom menggunakan *Structural Column Tool* yang terdapat di *Structure Ribbon*. Opsi *Vertical Column Tool* dipilih dan dilanjutkan dengan membuka folder *Libraries > US Metrics > Structural Column > Concrete > M_Concrete-Rectangular-Column*. Setelah memilih tipe kolom yang akan digunakan, dengan dimensi yang diinginkan dengan cara memilih opsi *Edit Type* yang terdapat di *Properties Palette*. Langkah selanjutnya yaitu memasukkan kolom ke *Drawing Area* dengan cara klik pada titik-titik pertemuan antar *grid*. Untuk membuat tulangan menggunakan *Rebar Tool* yang terdapat di *Structure Ribbon*. Hasil pemodelan dan penulangan kolom dari tampak atas disajikan pada Gambar 4.

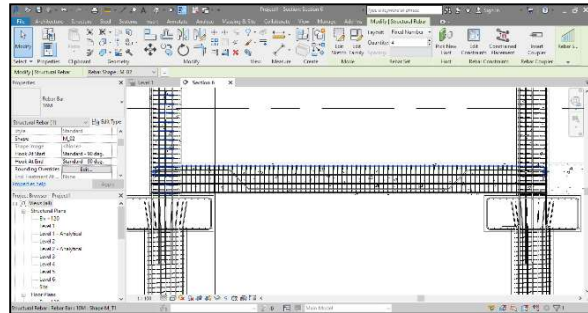


Gambar 4 Hasil pemodelan dan penulangan kolom

2.4 Pemodelan dan penulangan sloof atau balok

Pembuatan *sloof* atau balok menggunakan *Beam Tool* yang terdapat di *Structure Ribbon*. Untuk memasukkan *family sloof* atau balok ke dalam *Drawing Area*, opsi *Load Family* dipilih dan dilanjutkan dengan membuka folder *Libraries > US Metrics > Structural Framing > Concrete > M_Concrete-Rectangular-Beam*. Setelah memilih tipe *sloof/balok* yang akan digunakan, langkah berikutnya yaitu

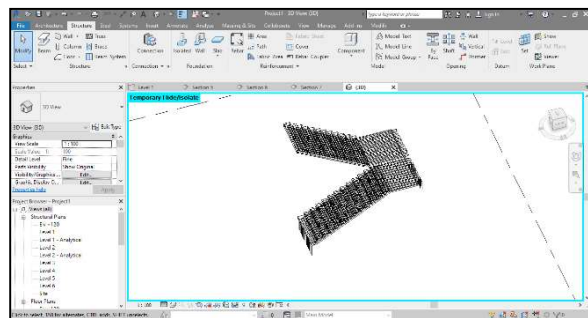
mengubah dimensi *sloof/balok* sesuai dengan dimensi yang diinginkan dengan cara memilih opsi *Edit Type* yang terdapat di *Properties Palette*. Langkah selanjutnya yaitu memasukkan *sloof/balok* ke *Drawing Area*. Untuk membuat tulangan, *Rebar Tool* yang terdapat di *Structure Ribbon* digunakan. Gambar 5 menampilkan hasil pemodelan dan penulangan *sloof* dari tampak samping.



Gambar 5 Hasil pemodelan dan penulangan sloof/balok

2.5 Pemodelan dan penulangan tangga

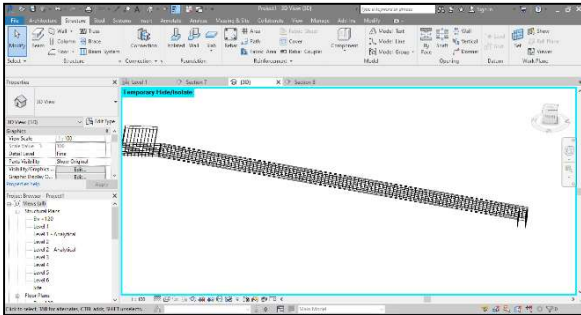
Pembuatan tangga menggunakan *Stair Tool* yang terdapat di *Architecture Ribbon*. Opsi *Cast-in-Place Stair* dipilih dan dilanjutkan dengan memodifikasi dimensi tangga dengan cara memilih opsi *Edit Type* yang terdapat di *Properties Palette*. Lalu dilanjutkan dengan memilih opsi *Run* dan bentuk tangga yang terdapat di *Modify Ribbon*. Setelah itu, tangga dapat digambar di *Drawing Area*. *Rebar Tool* yang terdapat di *Structure Ribbon* digunakan untuk membuat tulangan. Pemodelan tangga beserta penulangannya selanjutnya disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6 Hasil pemodelan dan penulangan tangga

2.6 Pemodelan dan penulangan ramp

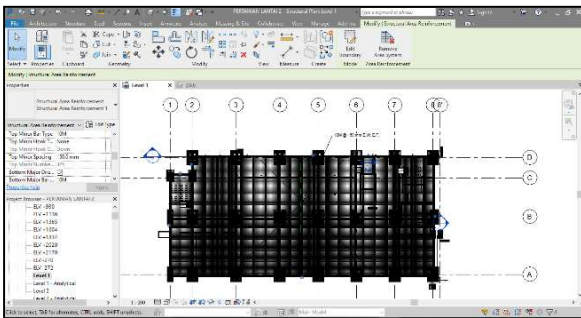
Pembuatan *ramp* menggunakan *Floor Tool* yang terdapat di *Structure Ribbon*. Lalu dilanjutkan dengan memilih bentuk *ramp* yang berupa persegi di *Modify Ribbon*. Setelah itu, *ramp* dapat digambar di *Drawing Area*. Modifikasi dimensi *ramp* dapat menggunakan opsi *Edit Type* yang terdapat di *Properties Palette*. Untuk menambahkan perbedaan tinggipada salah satu sisi *ramp*, *ramp* yang telah digambar terlebih dahulu diklik lalu dilanjutkan dengan memilih *Modify Ribbon* dan memilih opsi *Modify Sub Element*. Setelah itu, besar ketinggian yang diinginkan dapat dimasukkan pada kotak yang tersedia di *Options Bar*. Penambahan tulangan menggunakan *Rebar Tool* yang terdapat di *Structure Ribbon*. Berikut Gambar 7 yang menampilkan hasil dari pemodelan dan penulangan *ramp* yang telah dibuat.



Gambar 7 Hasil pemodelan dan penulangan ramp

2.7 Pemodelan dan penulangan pelat lantai

Pembuatan pelat lantai menggunakan *Floor Structural Tool* yang terdapat di *Structure Ribbon*. Sebelum memulai menggambar, terlebih dahulu memilih tipe pelat lantai yang akan digunakan sekaligus menduplikasikan serta mengubah ukuran pelatnya pada opsi *Edit Type* yang terdapat di *Properties Palette*. Langkah selanjutnya yaitu membuat *boundary line* untuk pelat lantai dengan menggunakan *Line Tool* yang terdapat di *Modify Ribbon*. Setelah *boundary line* untuk pelat selesai dibuat, dilakukan penambahan tulangan untuk pelat lantai menggunakan *Area Tool* yang terdapat di *File Ribbon*. Dilanjutkan dengan membuat *boundary line* untuk penulangan pelat lantai. Modifikasi ukuran tulangan dapat menggunakan opsi *Edit Type* yang terdapat di *Properties Palette*. Hasil dari pemodelan dan penulangan pelat dari tampak atas selanjutnya disajikan pada Gambar 8.



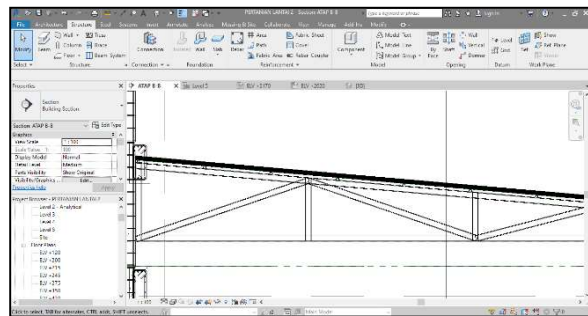
Gambar 8 Hasil pemodelan dan penulangan pelat lantai

2.8 Pemodelan atap

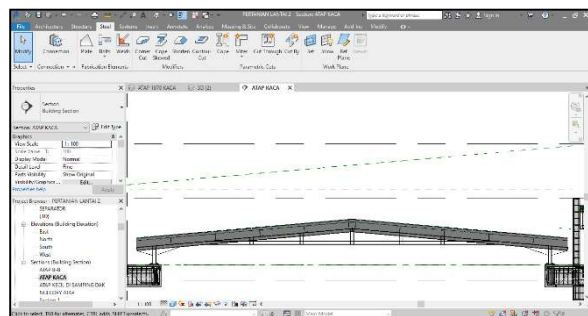
Terdapat dua tipe atap yang digunakan yaitu atap spandek dan atap kaca. Hal pertama yang dilakukan untuk membuat atap yaitu memilih *Roof Tool* yang terdapat di *Architecture Ribbon* lalu memilih *Line Tool* untuk membuat *boundary line* atap. Setelah itu, *slope* pada salah satu sisi atap ditambahkan dengan cara klik *Define Slope* yang terdapat di *Options Bar* lalu derajat kemiringan atap yang diinginkan dapat dimasukkan. Setelah menambahkan *slope*, langkah selanjutnya adalah mengubah tipe atap yang akan digunakan dengan memilih opsi *Edit Type* pada *Properties Palette*. Tipe atap yang akan digunakan sebelumnya dapat diduplikasikan terlebih dahulu. Sebelum membuat kuda-kuda atap, terlebih dahulu *family* baja yang akan digunakan dimasukkan ke dalam *Project File* dengan membuka *file Library > US Metric > Structural Framing > Steel* dan tipe baja yang ingin digunakan dipilih. Setelah itu, *family* kuda-

kuda atap dimasukkan dengan membuka *File > Open > Family > US Metric > Structural Trusses* lalu tipe kuda-kuda atap yang ingin digunakan dipilih. Langkah berikutnya yaitu memasukkan reng baja ringan dengan membuka *Insert Ribbon > Load Family* lalu membuka folder *Libraries > US Metric > Structural Framing* dan tipe reng baja ringan yang ingin digunakan dapat dipilih. Setelah memilih reng baja ringan yang ingin digunakan, opsi *Beam System* yang terdapat di *Structure Ribbon* dipilih dan dilanjutkan dengan menggambar *boundary line* dengan bantuan *Line Tool*.

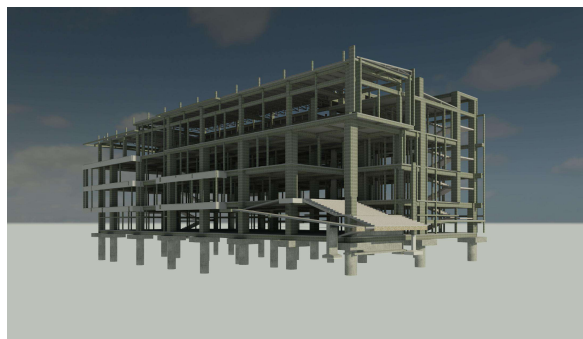
Hasil dari pemodelan atap spandek beserta kuda-kuda atap dan reng baja ringan selanjutnya disajikan pada Gambar 9 dan untuk pemodelan atap kaca beserta kuda-kuda atap dan reng baja ringan disajikan pada Gambar 10. Pada Gambar 11, ditampilkan hasil keseluruhan pemodelan elemen struktur Gedung G Fakultas Pertanian Universitas Lampung dengan menggunakan Revit 2019 dalam bentuk 3D.



Gambar 9 Atap spandek beserta kuda-kuda atap dan reng baja ringan



Gambar 10 Atap kaca beserta kuda-kuda atap dan reng baja ringan



Gambar 11 Hasil pemodelan elemen struktur dengan menggunakan Revit 2019

3. Hasil dan Pembahasan

Dari penelitian yang telah dilakukan, didapatkan hasil perhitungan BoQ dengan menggunakan Revit 2019 seperti yang disajikan pada Tabel 1. Sedangkan, perbandingan perhitungan antara BoQ menggunakan Revit 2019 dan metode konvensional selanjutnya ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 1
Hasil Perhitungan BoQ Menggunakan Revit 2019

Pekerjaan	Lantai				
	1	2	3	4	5
Lantai	135,87	126,88	126,73	135,6	40,51
Kolom	96,73	88,65	91,00	56,83	21,85
Tangga	31,84	11,34	11,34	5,43	0
Balok	72,3	119,08	118,04	111,37	61,96
Fondasi	212,46				
Penulangan	304034,5				
Gording	650,38				
Balok kuda Kuda	20342,47				
Reng baja ringan	3461,21				

Tabel 2
Perbandingan Perhitungan Volume

Pekerjaan	Revit	Metode Konv. (A)	Metode Konv. (B)	Rasio (%)
Fondasi	212,46	220,17		96,50
Lantai	565,59	576,14		98,17
Kolom	355,06	397,29		89,37
Balok	482,75	543,14		88,88
Tangga	59,95	66,36		90,35
Penulangan	304304,5	271017,8		112,18
Gording rangka atap	650,38	792,72		82,04
Balok kuda-kuda baja	20342,47	706,72	24948,5	81,54
Reng baja ringan	3461,21	129,55	3455,1	100,18
Rata-rata				93,25

Keterangan:

- Kolom Metode Konvensional (A) merupakan perhitungan yang didapatkan dari perencana.
- Kolom Metode Konvensional (B) merupakan perhitungan ulang.
- Perhitungan rasio untuk baja IWF dan reng baja ringan menggunakan data yang berasal dari kolom Metode Konvensional (B)

Pada perhitungan baja IWF dan reng baja ringan dengan metode konvensional yang berasal dari perencana menghasilkan rasio yang cukup besar dikarenakan adanya ketidakselarasan jumlah item baja IWF dan reng baja ringan yang dihitung dengan yang ada di gambar rencana sehingga menyebabkan perhitungan rasio yang dihasilkan cukup besar. Sehingga untuk perhitungan baja IWF dan reng baja ringan dilakukan perhitungan ulang seperti yang ditampilkan pada kolom Metode Konvensional (B) pada Tabel 2.

Dari perhitungan rasio yang telah dilakukan, selanjutnya dilakukan pengecekan data ekstrem dengan menggunakan *Dixon Criteria* berdasarkan ASTM E178-02 sebagai *standard practice* dalam menangani data ekstrem. Berdasarkan *Dixon Criteria*, hasil perhitungan rasio yang ada disusun dari nilai yang terendah hingga yang tertinggi. Setelah data disusun, data perhitungan rasio tersebut diolah dengan menggunakan persamaan *Dixon Criteria* untuk jumlah data 8-10. Persamaan 1 digunakan untuk data terendah dan Persamaan 2 digunakan untuk data tertinggi.

$$r_{11} = \frac{(x_2 - x_1)}{(x_{n-1} - x_1)} \quad (1)$$

$$r_{11} = \frac{(x_n - x_{n-1})}{(x_n - x_2)} \quad (2)$$

dengan X_1 adalah data ke-1, X_2 adalah data ke-2, X_n adalah data tertinggi atau data ke-9 dan X_{n-1} adalah data ke-8

Dari persamaan-persamaan tersebut dihasilkan nilai sebesar 0,0268 untuk data terendah dan 0,3982 untuk data tertinggi pada percobaan 1. Karena jumlah data yang digunakan berjumlah 9 data, maka *significance level* 5% yang dipakai yaitu 0,512. Dari perhitungan yang telah dilakukan, 0,0268 untuk data terendah dan 0,3982 untuk data tertinggi menghasilkan hasil yang lebih rendah dari nilai *significance level* 5% yang sebesar 0,512, sehingga seluruh data dapat diterima.

4. Kesimpulan

Dari hasil pemodelan dan perhitungan yang telah dilakukan, didapat adanya ketidakselarasan jumlah item baja IWF dan reng baja ringan yang dihitung dengan yang ada di gambar rencana oleh perencana. Sehingga untuk mendapatkan hasil yang akurat, dilakukan perhitungan ulang untuk penggunaan metode konvensional pada berat baja IWF dan reng baja ringan. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa perhitungan BoQ dan pemodelan elemen struktur dengan menggunakan Revit 2019 dapat dilakukan dengan cepat, efektif, dan menghasilkan hasil yang akurat, serta mampu meminimalisasi kemungkinan terjadinya kesalahan akibat *human error* pada saat proses mendesain maupun menghitung volume pekerjaan.

Daftar Pustaka

- [1] *Setiawan, A.*: Perancangan Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SNI 2847: 2013. Erlangga, Jakarta, 2016
- [2] *Eastman, C. T., Sacks, P. R., dan Liston K.*: BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors Second Edition, 2011
- [3] *Hidayat, S., dan W., Maranatha.*: Manajemen Konstruksi Dalam Perspektif Administrasi Pembangunan dan Pemasaran. Muara Karya, Surabaya, 2019
- [4] *Eastman, C. T., Sacks, P. R., dan Liston K.*: BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Managers, Designers, Engineers and Contractors. 2008
- [5] *Akbar M. H. U., Sucita I K., Yanuarini E.*: The Comparison Between The BoQ of Conventional and BIM Method on BPJS Building in Central Jakarta, Journal of Engineering Design and Technology, 21, 1, 2021, 31-39
- [6] *Zima, K.*: Impact of Information Included in the BIM on Preparation of Bill of Quantities, Procedia Engineering, 208, 2017, 203-210
- [7] *Laorent D., Nugraha P., Budiman J.*: Analisa Quantity Take-Off dengan Menggunakan AutodesK Revit, Dimensi Utama Teknik Sipil, 6, 1, 2019, 1-8
- [8] *Berlian C. A., Adhi R. P., Hidayat A., Nugroho H.*: Perbandingan Efisiensi Waktu, Biaya, dan Sumber Daya Manusia Antara Metode Building Information Modelling (BIM) dan konvensional (Studi Kasus: Perencanaan Gedung 20 Lantai), Jurnal Karya Teknik Sipil, 5, 2, 2016, 220-229
- [9] *Pratoom W., Tangwiboonpanich S.*: A Comparison of Rebar Quantities Obtained By Traditional vs BIM-Based Methods, Suranaree Journal of Science and Technology, 23, 1, 2016, 5-10.