

**Penerapan Konsep *Building Information Modeling* (BIM) Dalam Estimasi
Quantity Material Take Off Pada Pekerjaan Struktural Gedung
(Studi Kasus : Proyek Pembangunan Gedung Pendidikan Fakultas MIPA
Universitas Jenderal Soedirman)**

Nasyiin Faqih¹⁾, Ashal Abdussalam²⁾, Danu Hermawan³⁾

^{1,2,3)} Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer,
Universitas Sains Al-Qur'an

¹⁾nasyiin@unsiq.ac.id

²⁾ashal@unsiq.ac.id

³⁾danuherma18@gmail.com

Abstrak

Proyek Gedung Pendidikan Fakultas MIPA Universitas Jenderal Soedirman terletak di Jl. Dr. Soeparno No. 61, Grendeng, Kec. Purwokerto Utara, Kab. Banyumas. Pada proses pembangunan gedung ini telah terjadi waste material berupa material beton dan pembesian pada pekerjaan struktural. Penelitian ini membahas penggunaan metode Building Information Modeling (BIM) dengan menggunakan software Revit untuk membuat 3D modeling pada pekerjaan struktural dan memperoleh hasil quantity take off yang mampu meminimalisir waste material sehingga dapat meningkatkan value proyek tersebut. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode kuantitatif yang mana pada metode ini dimulai dengan teori, hipotesis, desain penelitian, subjek yang dipilih, pengumpulan data, pemrosesan, analisis, dan penulisan kesimpulan. Hasil analisis menunjukkan bahwa ada perbedaan antara hasil volume existing (konvensional) dan hasil volume Quantity Take Off yang diperoleh melalui konsep BIM, Pada pekerjaan lantai 1 pekerjaan rabat beton bawah lantai memiliki selisih volume sebesar 2.34%, pekerjaan beton pondasi foot plat memiliki selisih volume sebesar 4.89%, pekerjaan beton sloof memiliki selisih volume sebesar 3%, pekerjaan beton kolom memiliki selisih volume sebesar 3.51%, pekerjaan beton balok memiliki selisih volume sebesar 14.41%, dan pekerjaan beton plat lantai memiliki selisih volume sebesar 5.82% begitupun dengan lantai 2, lantai 3, dan lantai rooftop yang memiliki jumlah selisih volume di setiap masing masing jenis pekerjaan.

Kata Kunci : Autodesk Revit, BIM, QTO, Building Information Modeling

Abstract

The Mathematics and Natural Sciences Faculty Education Building Project at Jenderal Soedirman University is located on Jl. Dr. Soeparno No. 61, Grendeng, District. North Purwokerto, Kab. Banyumas. In the process of building this building there has been material waste in the form of concrete material and reinforcement in structural work. This research discusses the use of the Building Information Modeling (BIM) method using Revit software to create 3D modeling of structural work and obtain quantity take off results that are able to minimize material waste so as to increase the value of the project. The method used in this research is a quantitative method which starts with theory, hypothesis, research design, selected subjects, data collection, processing, analysis and writing conclusions. The analysis results show that there is a difference between the existing (conventional) volume results and the Quantity Take Off volume results obtained through the BIM concept. On the 1st floor work, the subfloor concrete rebate work has a volume difference of 2.34%, the foot plate foundation concrete work has a volume difference of 4.89%, sloof concrete work has a volume difference of 3%, column concrete work has a volume difference of 3.51%, beam concrete work has a volume difference of 14.41%, and floor plate concrete work has a volume difference of 5.82% as well as the 2nd floor, floor 3, and the rooftop floor which has different volumes for each type of work.

Keywords : Autodesk Revit, BIM, QTO, Building Information Modeling

1. PENDAHULUAN

Selama penyelenggaraan proyek konstruksi, estimasi *quantity take off* konstruksi adalah komponen penting yang harus dipertimbangkan. Dalam proyek konstruksi, perhitungan volume merupakan hal yang sangat penting. Kesalahan dalam perhitungan volume pekerjaan dapat menyebabkan kerugian yang signifikan. (R. D. Novita dan E. K. Pangestuti, 2021). Dalam perencanaan proyek konstruksi, penggunaan *Building information Modeling* (BIM) adalah salah satu teknik yang efektif dan efisien. Aplikasi berbasis BIM seperti Autodesk Revit dapat secara otomatis mengekstrak informasi dari model bangunan untuk mendapatkan QTO. (W. Retno Asih, 2016).

Bidang *architecture, engineering, and construction* (AEC) pada saat ini telah mengembangkan metode *Building information Modeling* (BIM). Metode ini mampu memvisualisasikan proyek konstruksi dalam bentuk tiga dimensi, yang memungkinkan analisis dan kontrol yang lebih baik daripada proses konvensional. (Li *et al*, 2014). Dengan menggunakan BIM, pemodelan 3D dapat dibuat dengan elemen panjang, lebar, dan tinggi yang didasarkan pada obyek pemodelan parametrik. (Czmoch and Pękala 2014).

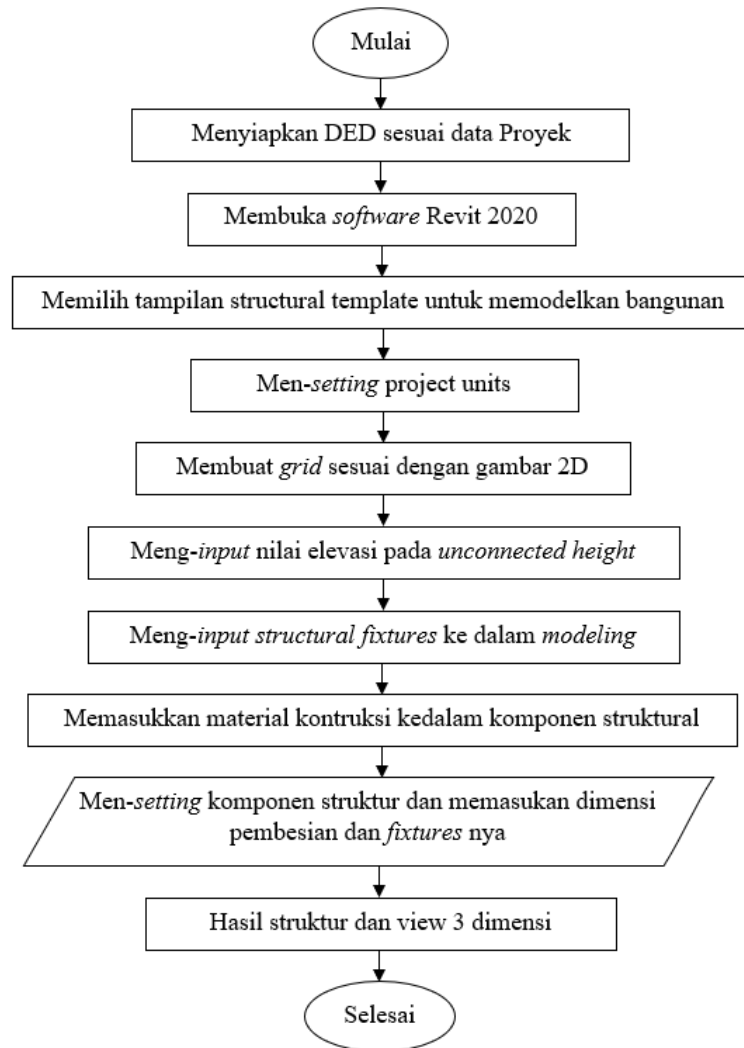
Autodesk Revit digunakan sebagai alat pendukung untuk penelitian ini karena keunggulannya yang sederhana dan mudah digunakan. Revit mampu mempercepat proses pekerjaan, mendeteksi tabrakan desain, dan memudahkan integrasi perangkat lunak. (Marizan, 2019). Software ini memungkinkan pengguna merancang bangunan dan struktur dengan memodelkan komponen dalam tiga dimensi, menampilkan gambar kerja dalam dua dimensi, dan mendapatkan jumlah pengeluaran.

Quantity take-off (QTO) adalah perhitungan / pengukuran rincian bahan dan tenaga kerja yang dibutuhkan untuk penyelesaian proyek konstruksi berdasarkan gambar kerja, dan spesifikasi yang telah di tentukan. *Quantity take-off* merupakan proses penting dalam proyek konstruksi, karena memungkinkan pengelolaan biaya yang terlibat dalam konstruksi (Doloi, 2011). Terdapat sebuah software komputer yang mendukung BIM yaitu Autodesk Revit yang dapat memudahkan pemodelan bangunan 3D dan dapat digunakan untuk melakukan perhitungan *quantity take off* yang merupakan proses penting yang digunakan dalam penyusunan rencana anggaran biaya (RAB).

Penelitian ini diambil karena telah terjadi waste material pada beton dan pembesian dalam pekerjaan struktural pada Pembangunan Gedung Pendidikan Fakultas MIPA Universitas Jenderal Soedirman dengan luas bangunan 3484 m² dan dengan struktur bangunan 3 lantai. Studi ini melihat bagaimana konsep *Building Information Modeling* (BIM) dapat digunakan untuk membuat model 3D dari pekerjaan struktural dengan menggunakan *software Revit*. Tujuan dari penggunaan BIM adalah untuk mengurangi jumlah *waste* dan meningkatkan nilai proyek.

2. METODE

Penelitian ini dimulai dengan teori, hipotesis, desain penelitian, subjek yang dipilih, pengumpulan data, pengolahan data, analisis data, dan penulisan kesimpulan. Data penelitian yang digunakan adalah data proyek pembangunan Gedung Pendidikan Fakultas MIPA Universitas Jenderal Soedirman yang terdiri dari analisa harga satuan pekerjaan, dokumen estimasi rencana anggaran biaya proyek, dan gambar detail desain proyek (DED). Dalam penelitian ini, software Revit akan digunakan karena dapat menganalisis dan melaporkan *quantity take off* maupun *bill of quantity*. Langkah-langkah untuk melakukan perhitungan *quantity take off* dengan menggunakan BIM ini dimulai dengan membuat model 3D dari struktur pondasi, sloof, kolom, balok dan plat lantai. Kemudian dilanjutkan dengan mengatur *schedule quantities* yang terdapat pada *multy categories* dan mengatur *schedule properties* untuk estimasi *quantity take off* dengan menentukan *fields* apa saja yang ingin dimasukkan ke dalam tabel *quantity take off*. Kemudian dilanjutkan dengan mengeluarkan *output quantity take off* dari *software Revit Autodesk*. Gambar 1 menunjukkan diagram alir penelitian yang menunjukkan hasil penelitian.

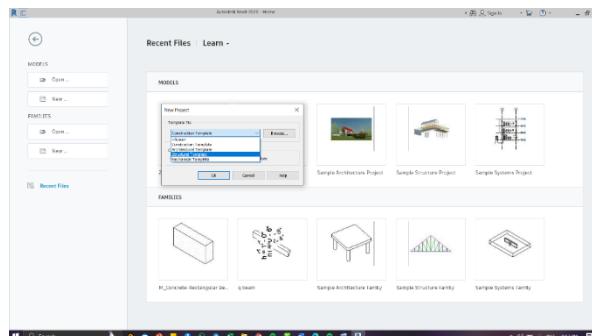


Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Membuka *template* struktur di Revit.

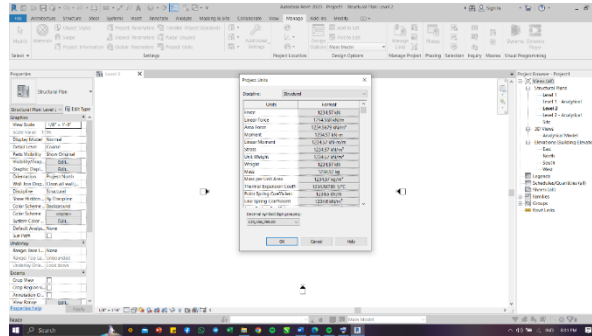
Membuka software Revit kemudian pilih tampilan *default* dan pilih *template* struktur proyek. Tampilan *default* seperti gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2 Tampilan *Default* Pada Software Revit

3.2. Mengatur *project unit structural*

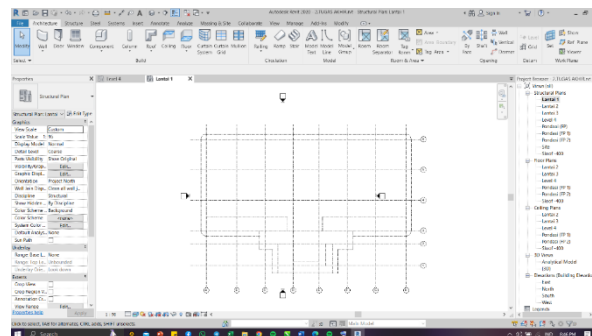
Pada *taskbar* di atas, pilih *tollbar manage*. Kemudian, pilih unit proyek untuk mengubah unit pada *discipline common* menjadi metrik yang akan digunakan sesuai kebutuhan. Gambar 3 berikut menunjukkan tampilan setting unit proyek.



Gambar 3 Tampilan Pengaturan *Project Units Structural*

3.3. Membuat *grid* sesuai dengan gambar 2D

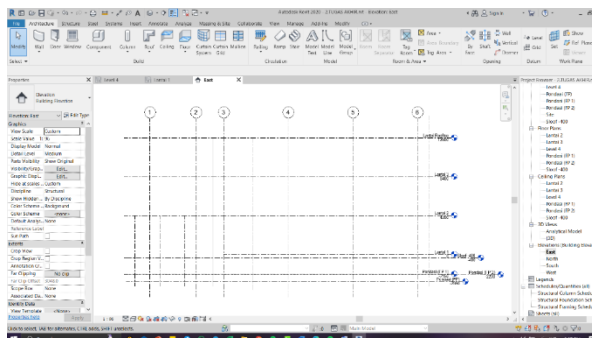
Memilih tab "*Architecture*" dan kemudian memilih "*grid*" untuk memulai proses pemodelan *grid* yang sesuai dengan ukuran antar *grid* yang akan digunakan dalam proses pemodelan gedung. Hasil pemodelan *grid* ditunjukkan dalam Gambar 4 berikut.



Gambar 4 Hasil *grid* yang dibuat sesuai gambar 2D

3.4. Memasukkan elevasi

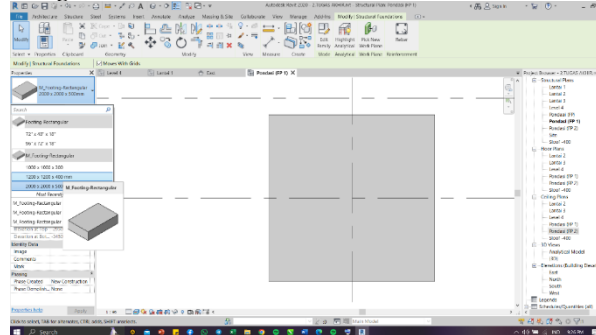
Pada tab "*Architecture*", pilih tampilan "*elevation*" dan pilih *icon* "*level*" untuk membuat level yang sesuai dengan data gambar. Gambar 5 berikut menunjukkan hasil pemodelan elevasi.



Gambar 5 Hasil elevasi yang dibuat sesuai gambar 2D

3.5. Memasukkan struktur pondasi *foot plat* ke dalam *modeling*

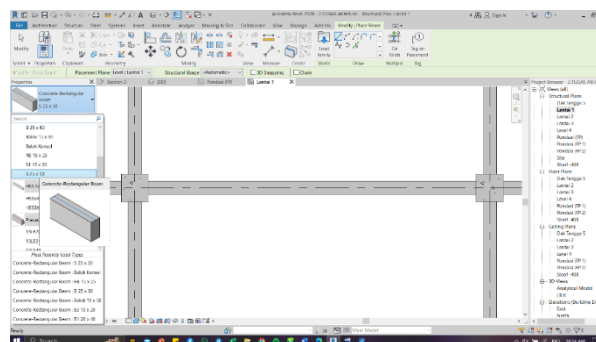
Memilih *taskbar Struktur*, lalu pilih *structural foundations* : *isolated* kemudian mengatur sesuai desain yang telah direncanakan. Gambar 6 berikut menunjukkan bagaimana struktur pondasi *foot plat* dimasukkan ke dalam *modeling*.



Gambar 6 Tampilan Memasukkan Struktur Pondasi *Foot Plat* ke dalam *Modeling*

3.6. Memasukkan struktur *sloof* kedalam *modeling*

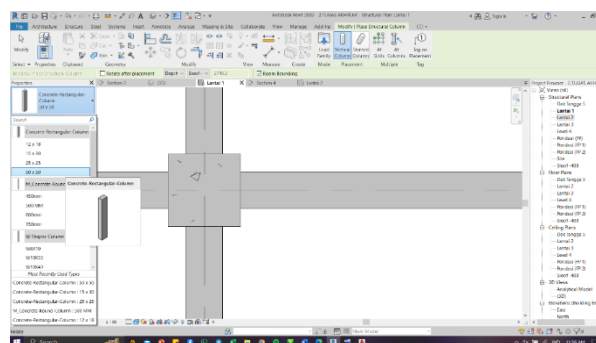
Memilih *taskbar Struktur*, lalu pilih *beam*. Karena di revit tidak ada *family sloof* dan bentuk *beam* sama dengan *sloof* hanya berbeda di tempat penempatannya, *beam* harus diatur sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Gambar 7 berikut menunjukkan bagaimana *sloof* dimasukkan ke dalam *modeling*.



Gambar 7 Tampilan Memasukkan Struktur *Sloof* Kedalam *Modeling*

3.7. Memasukkan kolom struktur kedalam *modeling*

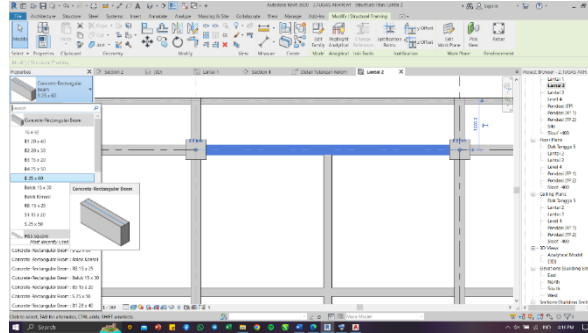
Setelah memilih *taskbar struktur*, pilih kolom dan atur sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Gambar 8 berikut menunjukkan bagaimana memasukkan kolom struktur ke dalam *modeling*.



Gambar 8 Tampilan Memasukkan Struktur Kolom kedalam *Modeling*

3.8. Memasukkan balok struktur kedalam *modeling*

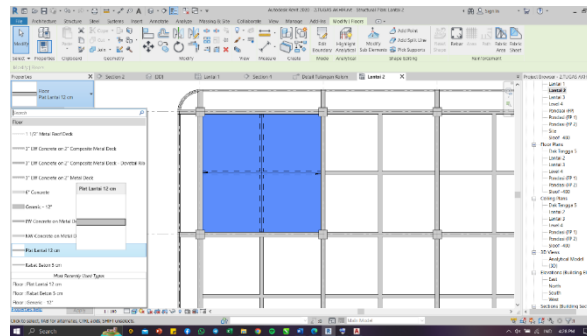
Setelah memilih *taskbar structure* kemudian memilih *beam* dan mengatur sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Gambar 9 berikut menunjukkan bagaimana mengintegrasikan balok struktur ke dalam *modeling*.



Gambar 9 Tampilan Memasukkan Balok Struktur kedalam *Modeling*

3.9. Memasukkan Struktur Plat Lantai Kedalam *Modeling*

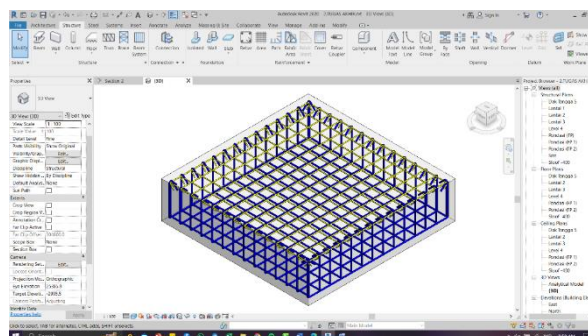
Memilih *taskbar struktur*, lalu pilih *floor structural*. Pilih *pick line* untuk setiap sisi yang akan dipasang pada plat lantai. Setelah selesai, pilih *trim* sambungkan setiap sisi. Kemudian pilih *mode edit finish* dan atur sesuai dengan desain yang telah direncanakan. Gambar 10 berikut menunjukkan bagaimana struktur plat lantai dimasukkan ke dalam model..



Gambar 10 Tampilan Memasukkan struktur plat lantai kedalam *modeling*

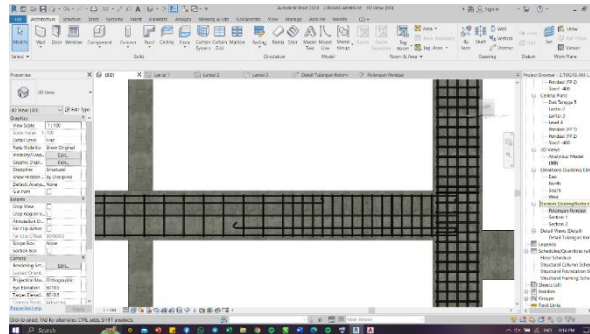
3.10. Penulangan Struktur

Penulangan struktur dimulai dengan menggunakan menu *rebar tools* kemudian membuat potongan dengan *section tools* yang digunakan untuk memotong elemen struktur secara horizontal maupun vertikal. Setelah membuat gambar potongan, penulangan bisa dilakukan dengan memilih jenis tulangan dan juga mengubah diameter tulangan dan jarak penulangan.



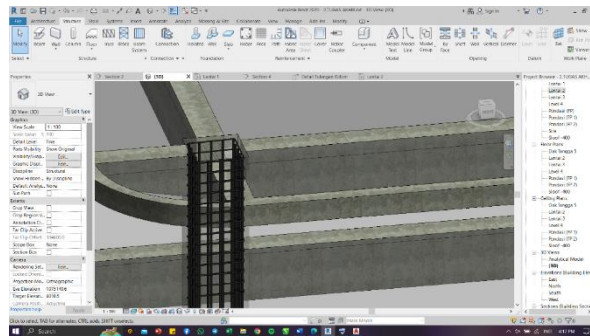
Gambar 11 Tampilan Memasukkan Pembesian Pondasi *Foot Plat*

Gambar 11 menunjukkan hasil pemodelan penulangan pondasi *foot plat*. Tulangan yang digunakan adalah tulangan D16 dan tulangan Ø10



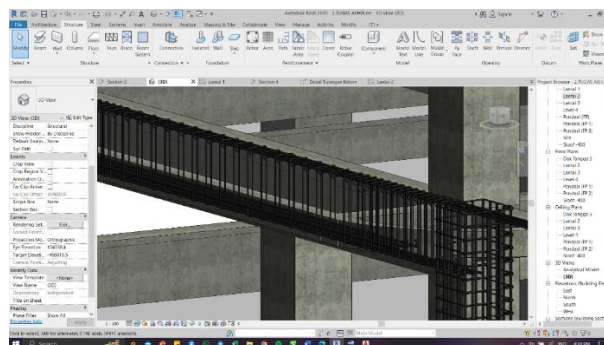
Gambar 12 Tampilan Memasukkan Pembesian Sloof

Gambar 12 menunjukkan hasil pemodelan penulangan *sloof*. Diameter tulangan pokok yang digunakan adalah tulangan D16 dan Ø10. Sedangkan untuk beugel menggunakan tulangan tulangan Ø8.



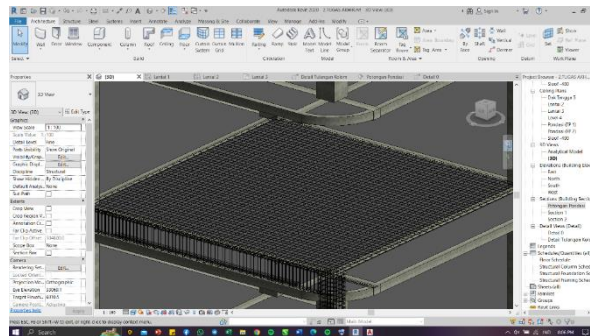
Gambar 13 Tampilan Memasukkan Pembesian Kolom

Gambar 13 menunjukkan hasil pemodelan penulangan kolom. Diameter tulangan pokok yang digunakan adalah tulangan D13, D16 dan D19. Sedangkan untuk beugel menggunakan tulangan tulangan D10.



Gambar 14 Tampilan Memasukkan Pembesian Balok

Gambar 14 menunjukkan hasil pemodelan penulangan balok. Diameter tulangan pokok yang digunakan adalah tulangan Ø10, Ø12, D16 dan D19. Sedangkan untuk beugel menggunakan tulangan tulangan Ø8 dan D10.

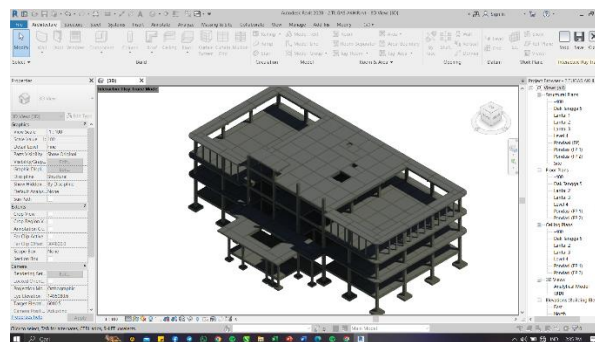


Gambar 15 Tampilan Memasukkan Pembesian Plat Lantai

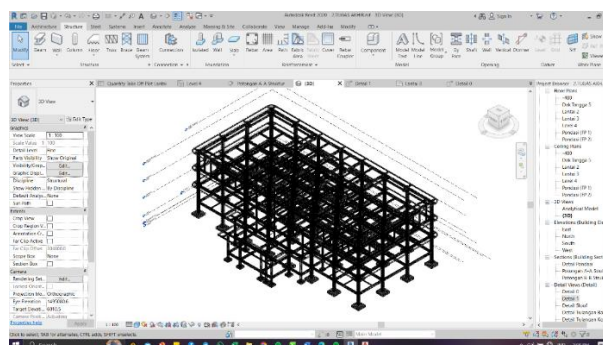
Gambar 15 menunjukkan hasil pemodelan penulangan plat lantai. Diameter tulangan yang digunakan adalah tulangan $\varnothing 10$.

3.11. Hasil pemodelan 3D komponen struktural dan pembesian

Gambar 16 dan 17 menunjukkan hasil pemodelan komponen struktural dan pembesian dalam tiga dimensi.



Gambar 16 Tampilan Hasil Pemodelan 3D Struktural

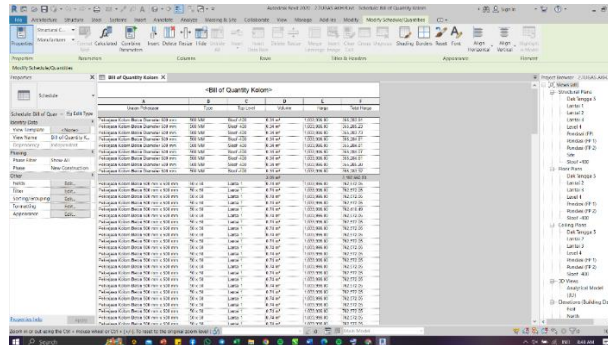


Gambar 17 Tampilan Hasil Pemodelan 3D Pembesian

3.12. Output Quantity Take Off Material Struktural

Tahapan perhitungan volume dan material *take off* dimulai pada menu *schedules quantities* pada *taskbar reports* yang berada didalam *command analyze* dan mengatur *schedule quantities* kemudian memilih *multy category* untuk membuat *multy category schedule*. *Category* pada struktur yang akan dibuat yaitu *structural foundations*, *structural columns*, *structural framing*, *floors* dan *structural rebar*. Setelah itu memilih parameter yang akan digunakan pada *available fields*. Perhitungan volume yang akan digunakan yaitu *type*, *count*, *base level*, *top level*, *length*, dan *volume*. Selanjutnya

membuat parameter baru dengan nama total harga dengan memilih *add calculated value parameter* kemudian masukkan formula untuk mendapatkan *fields* total harga. Hasil *Output Quantity Take Off* dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18 Tampilan Volume *Quantity Take Off*

Tabel 1. Hasil *Quantity Take Off* Material Beton

Uraian Pekerjaan	Volume	Satuan
PEKERJAAN STRUKTUR BETON BERTULANG Lt. I		
Rabat Bawah Lantai t=5cm	47.17	m ³
Foot Plat 1000 x 1000 x 300 mm	1.2	m ³
Foot Plat 1000 x 1000 x 400 mm	5.18	m ³
Foot Plat 2000 x 2000 x 500 mm	64	m ³
Sloof 150 mm x 250mm	3.22	m ³
Sloof 250 mm x 500 mm	47.78	m ³
Kolom Diameter 500 mm	11.22	m ³
Kolom 500 mm x 500 mm	57.2	m ³
Kolom 250mm x 250 mm	2.6	m ³
Balok B 250 mm x 600 mm	53.51	m ³
Balok B1 200 mm x 400 mm	22.14	m ³
Balok B2 200 mm x 300 mm	1.2	m ³
Balok B3 150 mm x 200 mm	3.59	m ³
Balok 250 mm x 500 mm	1.88	m ³
Balok 150 mm x 300 mm	1.73	m ³
Balok Konsol	1.98	m ³
Plat Lantai 120 mm	124.34	m ³
Total	449.94	m³

Pada Tabel 1 ditunjukkan hasil perhitungan volume yang didapatkan dari *software Autodesk Revit* yang menghitung *quantity take off* dari beberapa komponen struktur lantai 1 seperti pondasi, rabat beton, kolom, balok, dan plat lantai dengan total volume 449,94 m³.

Tabel 2. Hasil *Quantity Take Off* Material Beton

Diameter Besi	Volume	Satuan	Berat	Satuan
Besi Polos Ø 8	0.724	m ³	5700.78	kg
Besi Polos Ø 10	4.425	m ³	34842.45	kg
Besi Polos Ø 12	0.537	m ³	4228.34	kg

	Total	5.69	m³	44771.56	kg
Besi Ulir D 10		2.601	m ³	20480.27	kg
Besi Ulir D 13		0.27	m ³	2125.98	kg
Besi Ulir D 16		2.478	m ³	19511.77	kg
Besi Ulir D 19		5.858	m ³	46125.89	kg
	Total	8.61	m³	88243.92	kg

Sementara Tabel 2 menunjukkan hasil perhitungan *quantity take off* pembesian dari semua komponen struktur dengan total berat 44771.56 kg untuk besi polos dan 88243.92 kg untuk besi ulir.

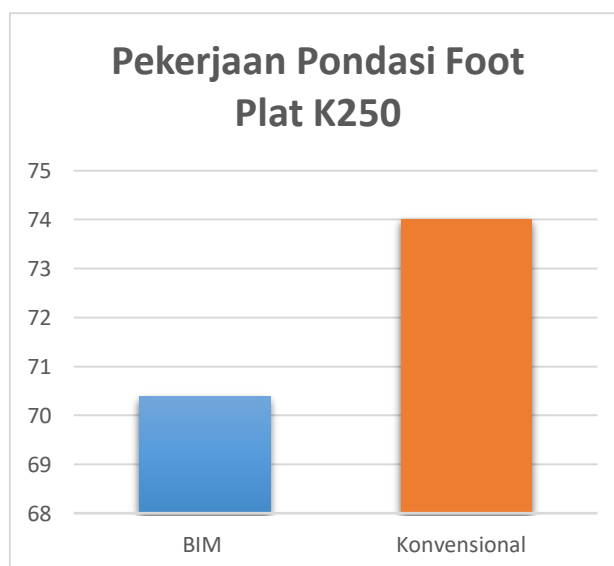
Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 telah diketahui bahwa *software Autodesk Revit* mampu menghitung *quantity take off* pada setiap pekerjaan. Pada pemodelan pekerjaan pondasi, balok, kolom, dan plat lantai menggunakan Autodesk Revit mendapatkan informasi yang cukup lengkap seperti length, volume, dan lain sebagainya sehingga mampu menghitung volume pekerjaan yang langsung didapatkan secara otomatis. Dimana hal ini sangat membantu dalam mencari *quantity take off*, akan tetapi pada pemodelan pembesian informasi yang didapatkan hanya berupa panjang tulangan sehingga diperlukan untuk melakukan langkah lanjutan dengan menginput berat tulangan berdasarkan diameter tulangan yang didapatkan dari tabel berat besi SNI.

3.13. Perbandingan Pondasi

Pada Tabel 3 ditunjukkan perhitungan volume pondasi foot plat dengan metode BIM dengan total 70.38 m³ lebih kecil 2.34% daripada metode konvensional yang berjumlah 74 m³.

Tabel 3. Perbandingan Volume Pondasi

Pondasi	Konvensional (m ³)	BIM (m ³)	Selisih
Pekerjaan Pondasi Foot Plat K250	74	70.38	4.89 %



Gambar 19 Grafik Perbandingan Volume Pondasi

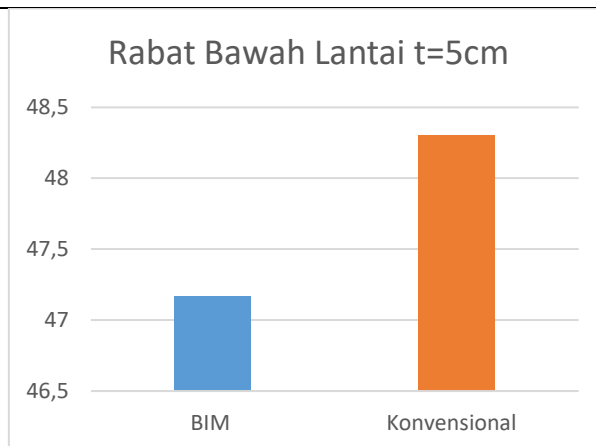
Gambar 19 menunjukkan volume yang diperoleh dari *software Autodesk Revit* sebesar 70.38 m³, lebih kecil dari pada perhitungan dalam Dokumen RAB proyek yang sebesar 74 m³. Hal ini disebabkan kesalahan perhitungan konvensional yang terdapat selisih 3.62 m³ terhadap perhitungan *software Autodesk Revit* pada pekerjaan pondasi *foot plat*.

3.14. Perbandingan Rabat Beton

Pada Tabel 4 ditunjukkan perhitungan volume rabat beton dengan metode BIM dengan total 70.38 m³ lebih kecil 2.34% daripada metode konvensional yang berjumlah 74 m³.

Tabel 4. Perbandingan Volume Rabat Beton

Rabat Beton	Konvensional (m ³)	BIM (m ³)	Selisih
Rabat Bawah Lantai t=5cm	48.3	47.17	2.34%



Gambar 20 Grafik Perbandingan Volume Rabat Beton

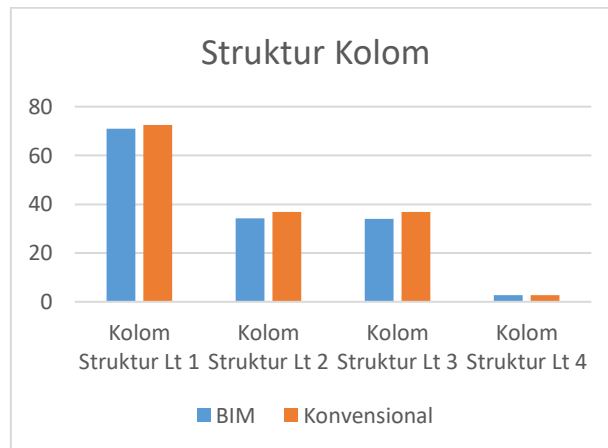
Gambar 20 menunjukkan volume yang diperoleh dari *software Autodesk Revit* sebesar 47.17 m³, lebih kecil dari pada perhitungan dalam Dokumen RAB proyek yang sebesar 48.3 m³. Hal ini disebabkan kesalahan pada perhitungan konvensional yang terdapat selisih 1.13 m³ terhadap perhitungan *software Autodesk Revit* pada pekerjaan rabat beton.

3.15. Perbandingan Struktur Kolom

Pada Tabel 5 menunjukkan perbandingan volume kolom di setiap masing-masing lantai yaitu, pada kolom lantai 1 perhitungan volume dengan metode BIM didapatkan sebesar 71.02 m³ lebih kecil 2.14% dibandingkan dengan metode konvensional yang sebesar 72.57 m³. Pada kolom lantai 2 perhitungan volume dengan metode BIM didapatkan sebesar 34.13 m³ lebih kecil 7.36% daripada metode konvensional yang sebesar 36.84 m³. Pada kolom lantai 3 perhitungan volume dengan metode BIM didapatkan sebesar 33.97 m³ lebih kecil 8.02% daripada metode konvensional yang sebesar 36.93 m³. Pada kolom *Rooftop* perhitungan volume dengan metode BIM didapatkan sebesar 2.7 m³ lebih kecil 3.23% daripada metode konvensional yang sebesar 2.79 m³.

Tabel 5. Perbandingan Volume Struktur Kolom

Kolom Struktur	Konvensional (m ³)	BIM (m ³)	Selisih
Kolom Struktur Lt 1	72.57	70.02	3.51%
Kolom Struktur Lt 2	36.84	34.13	7.36%
Kolom Struktur Lt 3	36.93	33.97	8.02%
Kolom Struktur Lt 4	2.79	2.7	3.23%



Gambar 21 Grafik Perbandingan Volume Kolom Struktur

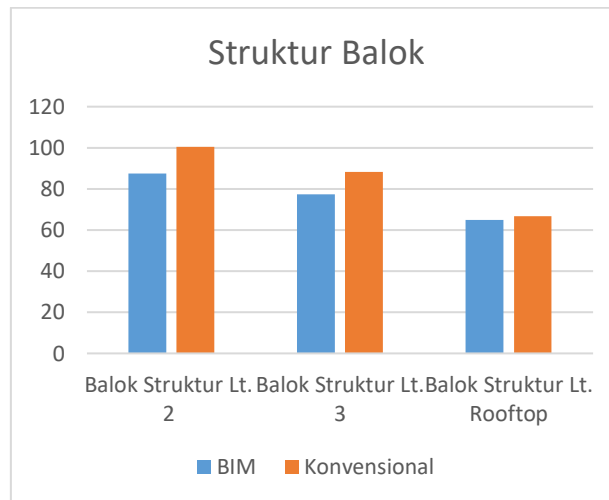
Gambar 21 menunjukkan bahwa dalam perhitungan volume kolom pada *software Autodesk Revit* didapatkan jumlah yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan konvensional dari RAB proyek.

3.16. Perbandingan Struktur Balok

Pada Tabel 6 menunjukkan perbandingan volume balok pada setiap masing-masing lantai yaitu, pada balok lantai 1 perhitungan volume dengan metode BIM didapatkan sebesar 87.37 m³ lebih kecil 13.07% dibandingkan dengan metode konvensional yang sebesar 100.51 m³. Pada balok lantai 2 perhitungan volume dengan metode BIM didapatkan sebesar 77.27 m³ lebih kecil 12.45% daripada metode konvensional yang sebesar 88.26 m³. Pada balok lantai 3 perhitungan volume dengan metode BIM didapatkan sebesar 65.02 m³ lebih kecil 2.59% daripada metode konvensional yang sebesar 66.75 m³. Terdapat banyak perhitungan yang jauh berbeda secara signifikan pada perbandingan perhitungan volume balok, hal ini disebabkan karena adanya ketidaksesuaian pada RAB dan gambar rencana pada dokumen proyek.

Tabel 6. Perbandingan Volume Struktur Balok

Balok Struktur	Konvensional (m ³)	BIM (m ³)	Selisih
Balok Struktur Lt. 1	52.58	51	2.14%
Balok Struktur Lt. 2	100.51	87.37	13.07%
Balok Struktur Lt. 3	88.26	77.27	12.45%
Balok Struktur Lt. Rooftop	66.75	65.02	2.59%



Gambar 22 Grafik Perbandingan Volume Struktur Balok

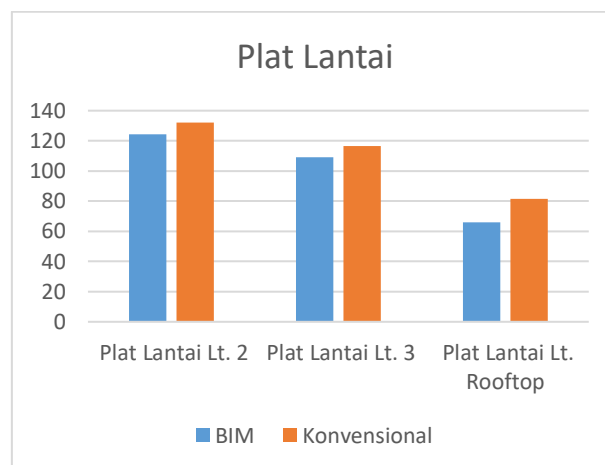
Gambar 22 menunjukkan bahwa perhitungan volume balok dari *software Autodesk Revit* didapatkan jumlah yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan konvensional dari RAB proyek. Hal ini disebabkan karena pada *software Autodesk Revit* balok dihitung sesuai dengan panjang lebar balok dan bukan dari as ke as.

3.17. Perbandingan Plat Lantai

Pada Tabel 7 menunjukkan perbandingan volume plat lantai pada setiap masing-masing lantai yaitu, pada plat lantai 2 perhitungan volume dengan metode BIM didapatkan sebesar 124.34 m^3 lebih kecil 5.82% dibandingkan dengan metode konvensional yang sebesar 132.03 m^3 . Pada plat lantai 3 perhitungan volume dengan metode BIM didapatkan sebesar 109.17 m^3 lebih kecil 6.32% daripada metode konvensional yang sebesar 116.54 m^3 . Pada plat lantai *rooftop* perhitungan volume dengan metode BIM didapatkan sebesar 65.9 m^3 lebih kecil 19% daripada metode konvensional yang sebesar 81.36 m^3 .

Tabel 7. Perbandingan Volume Plat Lantai

Plat Lantai	Konvensional (m ³)	BIM (m ³)	Selisih
Plat Lantai Lt. 2	124.34	132.03	5.82%
Plat Lantai Lt. 3	109.17	116.54	6.32%
Plat Lantai Lt. Rooftop	65.9	81.36	19.00%



Gambar 23 Grafik Perbandingan Volume Plat Lantai

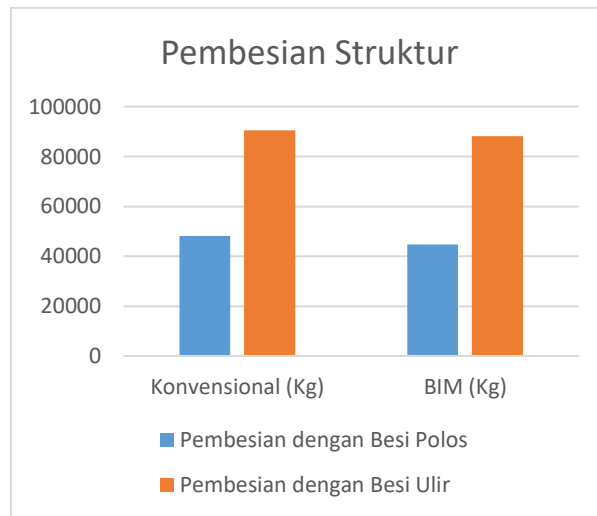
Gambar 23 menunjukkan bahwa perhitungan volume plat lantai dari *software Autodesk Revit* didapatkan jumlah yang relatif lebih kecil dibandingkan dengan perhitungan konvensional dari RAB proyek. Hal ini dikarenakan *software Autodesk Revit* mampu melakukan perhitungan langsung luas bersih plat lantai.

3.18. Perbandingan Pembesian

Pada Tabel 8 menunjukkan perbandingan besi di semua komponen struktur, pada perhitungan ini dilakukan dengan menjumlahkan kebutuhan besi di semua komponen struktur dikarenakan tidak adanya rincian terhadap diameter besi di masing masing pekerjaan dalam dokumen RAB proyek, sehingga tidak dapat dilakukannya analisa perbandingan pembesian per diameter. Pada perhitungan besi polos dengan metode BIM didapatkan berat sebesar 44771.564 kg lebih kecil 6.81% dibandingkan dengan metode konvensional yang sebesar 48043.22 kg. Pada perhitungan besi ulir dengan metode BIM didapatkan berat sebesar 88243.92 kg lebih kecil 2.49% dibandingkan dengan metode konvensional yang sebesar 90495.91 kg.

Tabel 8. Perbandingan Pembesian

Pembesian	Konvensional (Kg)	BIM (Kg)	Selisih
Besi Polos	48043.22	44771.564	6.81%
Besi Ulir	90495.91	88243.92	2.49%



Gambar 24 Grafik Perbandingan Berat Pembesian

3.18. Rekapitulasi Perbandingan Perhitungan

Rekapitulasi perhitungan dapat dilihat pada Tabel 9. Pada hasil tersebut menunjukkan bahwa terdapat selisih rata-rata perbandingan antara perhitungan *quantity take off* metode BIM dengan metode konvensional sebesar 6.94%

Komponen	Selisih Perhitungan
Pondasi Footplat	4.89%
Rabat Beton	2.34%
Kolom	20.73%
Balok	31.12%
Plat Lantai	31.15%
Total	90.24
Rata Rata	6.94%

4. PENUTUP

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan studi kasus tersebut, disimpulkan bahwa implementasi BIM mampu menganalisis perhitungan volume dan meningkatkan keakuratan perhitungan pada tiap pekerjaan serta menunjukkan selisih presentase dalam perhitungan volume dan biaya di setiap pekerjaan struktural. Permodelan elemen struktur menggunakan Autodesk Revit dapat membantu dalam proses perhitungan *quantity take off* secara otomatis. Metode kerja pada BIM yang mampu memvisualisasikan proyek konstruksi dalam pemodelan 3D dapat memudahkan banyak pihak untuk melakukan analisis kontrol dan menganalisa perhitungan volume yang lebih baik dibandingkan dengan metode konvensional. Perhitungan *quantity take off* dengan menggunakan metode BIM mendapatkan selisih rata-rata pada setiap komponen pekerjaan di setiap lantai sebesar 6.94% terhadap metode konvensional, yang membuktikan bahwa perhitungan menggunakan metode BIM dengan *software Autodesk Revit* mampu meminimalisir waste material pada masing masing volume pekerjaan.

4.2. Saran

1. Untuk mendapatkan keuntungan dalam hal menghemat waktu dan tenaga kerja, penyedia jasa konstruksi sebaiknya menggunakan metode *Building Information Modeling* (BIM) dalam perhitungan volume beton dan tulangan tersebut.
2. Perhitungan *quantity material take off* ini menggunakan dimensi ke-5 (5D), diharapkan pada penelitian selanjutnya bisa dikembangkan sampai tahap 6D (berkelanjutan) dan 7D yaitu manajemen fasilitas pada proyek konstruksi.
3. Untuk riset selanjutnya diharapkan mampu menyempurnakan *Software Revit* 2020 dengan menambahkan *time schedule* dan metode pelaksanaan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alghiffari, Luqman. 2017. Perhitungan Kebutuhan Beton dan Tulangan Menggunakan Aplikasi Berbasis BIM pada Struktur Gedung Tiga Lantai. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil UGM. Yogyakarta.
- Apriansyah, Risky. 2021. Implementasi konsep *Building Information Modeling* (BIM) Dalam Estimasi *Quantity Take Off* Material Pekerjaan Struktural. Tugas Akhir Jurusan Teknik Sipil UII. Yogyakarta.
- Azhar, S. 2011. *Building Information Modeling* (BIM): *trends, benefits, risks, and challenges for the AEC industry. Leadership and Management in Engineering* 11 (3): 241-252.
- Becvarovská, R., & Matejka, P. (2014). *Comparative Analysis Of Creating Traditional Quantity Takeoff Method And Using A BIM Tool. In Construction Maeconomics Conference.*
- Czmoch, I., & Pękala, A. (2014). *Traditional design versus BIM based design. Procedia Engineering*, 91,210-215.
- Doloi, H.K. (2011) *Understanding stakeholders' perspective of cost estimation in project management, International Journal of Project Management*, 29, pp 622-636.
- D., Rizki, dan Pangaestuti, K. 2021. Analisis *Quantity Take-Off* dan Rencana Anggaran Biaya dengan Metode *Building Information Modeling* (BIM) Menggunakan *Software Autodesk Revit* 2019. *Dinamika Teknik Sipil* 14 (1) : 27-31
- Eastman, C., P. Teicholz, R. Sacks, dan K. Liston. 2008. *BIM Handbook*. New York: Wiley.
- Fakhrudinov, P (2018). *Designing with Autodesk Revit*. theseus.fi.
- Forgues D., Iordanova I., Valdivesio F., Staub-French S. (2012) *Rethinking the Cost Estimating Process through 5D BIM: A Case Study*. 778-786.
- Lu, W., A. Fung, Y. Peng, C. Liang, dan S. Rowlinson. 2014. *Cost-benefit analysis of Building Information Modeling implementation in building projects through demystification of time-effort distribution curves. Building and Environment* 82: 317-327.