

ANALISIS CLASH DETECTION STRUKTUR ATAS GEDUNG LABORATORIUM AKN PUTRA SANG FAJAR BLITAR BERBASIS BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM)

Aldiani Olifia Dewayanti¹, Bobby Asukmajaya R², Agustin Dita Lestari³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹,

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: aldiani.olifia22@gmail.com¹ bobbyasukma@polinema.ac.id² agustinditalestari@polinema.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis *clash detection* struktur atas Gedung Laboratorium AKN Putra Sang Fajar Blitar berbasis Building Information Modeling (BIM). Penelitian ini fokus pada penggunaan BIM dalam pemodelan, desain, dan analisis struktur bangunan. Gedung Laboratorium AKN Putra Sang Fajar Blitar memiliki kompleksitas struktur yang memerlukan analisis teliti untuk menghindari *clash* antar elemen. Penggunaan BIM dalam penelitian ini melibatkan perangkat lunak seperti *Autodesk Robot Structural Analysis Pro (RSAP)*, *Autodesk Revit*, dan *Autodesk Navisworks*. RSAP digunakan untuk pemodelan struktur, sementara Revit digunakan untuk menganalisis penulangan dan menghitung *Quantity Take Off*. Navisworks digunakan untuk analisis *clash detection*. Data perencanaan gedung dan hasil pemodelan Revit digunakan dalam analisis. Dalam penelitian ini, BIM memberikan informasi berupa visualisasi, volume, dan *clash detection* yang terintegrasi, memungkinkan perbandingan yang akurat. Pertanyaan penelitian mencakup pemodelan struktur, desain elemen struktur, analisis *clash detection*, dan perbandingan hasil perhitungan *Quantity Take Off* berbasis BIM dengan metode manual. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis struktur yang dilakukan menggunakan aplikasi RSAP 2023 dan dihitung secara manual telah memenuhi standar keamanan yang diatur oleh SNI. Selain itu, ditemukan 8612 *clash* pada elemen struktur dengan persebaran data sebesar 94,76% terjadi pada tulangan, 5,22% pada material lainnya, dan 0,02% pada beton. Selisih antara hasil proses perhitungan berbasis BIM (*Quantity Take Off*) dan *BoQ* manual adalah sebesar Rp. 223.996.000. Dengan nilai yang lebih besar ditemukan pada perhitungan di aplikasi Revit. Dapat dikatakan perhitungan menggunakan proses BIM lebih besar hasilnya daripada perhitungan *BoQ* secara manual.

Keywords: analisis, BIM, *clash*, volume

ABSTRACT

This research aims to analyze the clash detection of the superstructure of the AKN Putra Sang Fajar Laboratory Building in Blitar, based on Building Information Modeling (BIM). The study focuses on the utilization of BIM in the modeling, design, and structural analysis of the building. The AKN Putra Sang Fajar Laboratory Building has a complex structure that requires careful analysis to avoid clashes between elements. The use of BIM in this research involves software such as Autodesk Robot Structural Analysis Pro (RSAP), Autodesk Revit, and Autodesk Navisworks. RSAP is used for structural modeling, while Revit is employed to analyze reinforcement and perform Quantity Take Off calculations. Navisworks is utilized for clash detection analysis. The building's planning data and Revit modeling results are utilized in the analysis. In this study, BIM provides integrated information including visualization, volume, and clash detection, enabling accurate comparisons. Research questions encompass structural modeling, design of structural elements, clash detection analysis, and a comparison of BIM-based Quantity Take Off calculations with manual methods. The research findings indicate that the structural analysis conducted using the RSAP 2023 application and manual calculations meet the safety standards regulated by SNI (Indonesian National Standard). Furthermore, 8612 clashes were found among structural elements, with a distribution of 94.76% occurring in reinforcements, 5.22% in other materials, and 0.02% in concrete. The difference between the BIM-based Quantity Take Off calculation results and manual Bill of Quantities (BoQ) is Rp. 223,996,000. A higher value was observed in the Revit application for the calculation. It can be concluded that the calculation using the BIM process yields greater results than manual BoQ calculations.

Keywords: analyzing, BIM, *clash*, volume

1. PENDAHULUAN

a. Latar Belakang

Pembangunan gedung laboratorium terpadu kampus AKN Putra Sang Fajar Blitar tepatnya dibangun di Jl. Dr. Soetomo No. 29 Kota Blitar. Terdiri dari 3 lantai dan 4 atap dengan luas bangunan $\pm 25.000 \text{ m}^2$. Sesuai dengan hasil observasi dalam proses pembangunan gedung ini ditemukan kendala mengenai bentrok antar elemen struktur yakni balok, kolom, maupun pelat lantai terhadap bangunan gedung yang telah jadi. Oleh sebab itu, penulis ingin mengidentifikasi dan menganalisis sebab dan juga solusi menggunakan teknologi informasi terbaru yakni *Building Information Modeling* (BIM) yang diharapkan mendapatkan hasil efektif dan efisien sesuai dengan kebutuhan terhadap masalah diatas. Salah satu *software* yang mengadopsi *Building Information Modeling* (BIM) adalah *Autodesk Robot Struktural Analysis Pro (RSAP)*, *Autodesk Revit* dan *Autodesk Naviswork*. Pemodelan struktur dilakukan menggunakan *Software BIM RSAP*. *Autodesk Revit* digunakan untuk merancang tulangan bangunan konstruksi dalam bentuk 3D dan menghitung *Quantity Take Off* yang dapat digunakan untuk membandingkan dengan hasil volume yang dihitung secara manual. Hasil dari *Autodesk Revit* memiliki *output* yang lebih akurat dan detail daripada melakukan perhitungan secara manual. Kemudian analisis *clash detection* dilakukan pada *Software Autodesk Naviswork*. Data yang digunakan adalah data perencanaan Gedung Kampus AKN Putra Sang Fajar Blitar dan hasil pemodelan pada *Software Autodesk Revit*. Dalam penelitian ini, penggunaan *software Building Information Modeling* (BIM) mampu memberikan informasi data gambar visualisasi, volume dan *clash detection* dengan sistem yang sudah terintegrasi sehingga dapat dilakukan perbandingan yang ditinjau dari hasil volume dan kekuatan bangunan itu sendiri.

b. Studi Terdahulu

- Shyamkant, B. G., Patil, A., & Pataskar, S. (2017) *Building Information Modeling* (BIM) adalah proses yang mendukung metodologi desain dan konstruksi virtual yang menempatkan semua anggota tim bersama-sama di seluruh proses desain dan konstruksi dan di luar operasi dalam pemeliharaan gedung, selama masa kerjanya. Biasanya, BIM adalah satu proses holistik yang menggunakan perangkat lunak pemodelan intelektual real-time yang bekerja secara efektif dalam 3D, 4D (waktu 3D +), dan 5D (biaya 4D +) untuk meningkatkan produktivitas, menghemat uang dan waktu dalam fase desain dan konstruksi, dan untuk mengurangi biaya operasi setelah konstruksii.
- Marzouk et al., (2018) Praktik penelitian dan perancangan menunjukkan bahwa penilaian keberlanjutan Tang, Huber, Akinci, Lipmand, & Lytle, 2010 suatu struktur adalah proses yang memakan waktu dan kompleks, dan BIM dapat secara efektif mengkompensasi rendahnya efisiensi dan otomatisasi tingkat rendah dari metode penilaian tradisional (Carvalho et al., 2021). BIM membantu merealisasikan pembangunan dengan pemodelan

biaya siklus hidup acak untuk memilih penggantian bahan bangunan terbaik dan menemukan sistem bangunan yang paling berpengaruh pada setiap elemen biaya mulai dari biaya awal hingga biaya akhir masa pakai

- Tang, Huber, Akinci, Lipmand, & Lytle, (2010) Penggunaan BIM untuk pengelolaan bangunan sesudah tahap konstruksi memerlukan pencatatan kondisi bangunan secara akurat setelah bangunan selesai dibangun (as-built) atau kondisi bangunan saat ini (as-is). Istilah "as-built BIM" diadopsi untuk mencakup representasi bangunan yang dibangun dengan BIM

2. METODE

Analisis struktur atas bangunan didasarkan pada pedoman dan peraturan yang telah ditetapkan sebagai berikut:

1. Analisis struktur beton bertulang berdasarkan SNI 2847:2019.
2. Analisis ketahanan gempa untuk beton bertulang berdasarkan SNI 1726:2019.
3. Analisis beban minimum untuk perancangan bangunan berdasarkan SNI 1727:2020.

Tahapan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengumpulkan data yang dibutuhkan
2. Mengkaji literatur
3. Menganalisis pembebanan pada struktur dengan perhitungan secara manual.
4. Membuat gambar kerja dan menginput beban pada *software RSAP 2023*
5. Menganalisis control tulangan pada elemen struktur yang telah ada
6. Membuat pemodelan struktur lengkap pada aplikasi *Revit 2023*
7. Analisis *clash detection* pada aplikasi *Naviswork 2023*
8. Analisis *quantity take off* berbasis BIM pada aplikasi *revit 2023*
9. Membandingkan hasil *quantity take off* dengan BoQ yang sudah ada.

Analisis Struktur yang dilakukan dibatasi sampai struktur atas Gedung berupa pelat lantai, kolom dan balok laboratorium terpadu kampus AKN Putra Sang Fajar Blitar.

A. Pelat Lantai

1. Tentukan data analisis pelat dan jenis pelat
2. Permodelan menggunakan Software, mendapatkan momem berfaktor
3. Menghitung tinggi efektif pelat (d)

d= tebal pelat - tebal penutup beton - 1/2 D.tul

4. Menghitung luas tulangan pakai

$$A_{Spakai} = \frac{1000}{s} \times \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$$

5. Cek Kontrol Regangan Terkendali tarik

$$a = \frac{As \times fy}{0.85 \times fc' \times b}$$

6. Cek Kontrol Kapasitas Penampang

$$\Phi Mn = \phi \times As \times fy \times (d-1/2)$$

$$\frac{Mu}{\Phi Mn} < 1$$

7. Menghitung kebutuhan tulangan susut

Untuk mutu tulangan < 420 MPa;

$$\rho_{min} = 0,002$$

Untuk mutu tulangan ≥ 420 MPa;

terbesar dari fy

- $\rho_{min} = 0,0018 \times 420$

- $\rho_{min} = 0,0014$

B. Balok

1. Tentukan data analisis struktur Balok

2. Menentukan Gaya dalam dari RSAP 2023

3. Kontrol Perilaku Balok T

4. Menentukan nilai d dan d'

d = h – selimut beton – diameter sengkang – db/2

$$d' = h - d$$

5. Menentukan Nilai As dan As'

$$As = \pi \times (\text{dim. Tul} / 2)^2 \times n$$

$$As' = \pi \times (\text{dim. Tul} / 2)^2 \times n$$

6. Menentukan tulangan tekan yang telah dirancang telah leleh atau belum menggunakan rumus:

$$\rho - \rho' \geq 0.85 \times \beta_1 \times \left(\frac{fc'}{fy}\right) \times$$

$$\left(\frac{d'}{d}\right) \times \left(\frac{600}{600 - fy}\right)$$

7. Kontrol kapasitas momen penampang

$$\Phi Mn = \phi \times (As - As') \times fy \times (d - a/2) + As' \times (d - d')$$

8. Kontrol Tulangan regangan Tarik $fs \geq fy$

9. Kontrol Kapasitas Penampang

$$Mn1 = (As \times fy) - (As' \times fs')$$

$$\times (d - \frac{a}{2})$$

$$Mn2 = (As' \times fs') - (d - d')$$

$$\Phi Mn = \phi \times (Mn1 + Mn2)$$

C. Kolom

1. Tentukan data analisis struktur kolom.

2. Menentukan gaya dalam dari RSAP 2023

3. Menentukan momen kapasitas balok

$$a = \frac{As \times fy}{0.85 \times fc' \times b}$$

$$Mn (-) = (As \times fy) \times (d - a/2)$$

$$Mn (+) = (As \times fy) \times (d - a/2)$$

4. Kolom lentur 2 arah

- Kondisi aksial Tekan murni, $Mn = 0$

$$Pn > 0,1 \times fc' \times b \times h$$

- Kondisi aksial Tarik murni, $Mn = 0$

$$Pn = Ast \times fy$$

- Kondisi seimbang $Pb = Cc + Cs - Ts$

5. Analisis Lentur (Biaxial Bending)

$$\text{Metode bresler } 1/Pn = 1/Pnx + 1/Pny - 1/Po$$

Selanjutnya adalah analisis *Quantity take off* yang kemudian dibandingkan dengan hasil BoQ manual proyek. Analisis *Clash Detection* dilakukan pada Software BIM Naviswork 2023.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Struktur

Hasil analisis elemen struktur pada struktur atas Gedung laboratorium terpadu kampus Akademi Negeri Putra Sang Fajar Blitar adalah sebagai berikut:

- 1) Pelat lantai

Tabel 1. Rekapitulasi analisis tulangan pelat lantai

C	Mu kN.mm	Tulangan pakai	As	ϕMn	Mu/ ϕMn	Kontrol
			pakai mm ²	kN.mm		
Mlx	0.0764	P10-300	261.80	6.985	0.011	(OK)
Mtx	0.0542	P10-300	261.80	6.985	0.008	(OK)
Mly	0.1467	P10-300	261.80	6.419	0.023	(OK)
Mty	0.0879	P10-300	261.80	6.419	0.014	(OK)

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Pelat lantai yang dianalisis memiliki tebal 150 mm dan selimut beton 20 mm. Dari hasil analisa struktur diperoleh hasil momen berfaktor sebagai berikut:

- Mlx = 7.64 kN.m

- Mtx = 5.42 kN.m

- Mly = 14.67 kN.m

- Mty = 8.79 kN.m

Dengan Penulangan pelat sebagai berikut,

- Tulangan lapangan arah X = Tulangan P10 - 300

- Tulangan lapangan arah Y = Tulangan P10 - 300

- Tulangan tumpuan arah X = Tulangan P12 - 300

- Tulangan tumpuan arah Y = Tulangan P12 - 300

- 2) Balok

Tabel 2. Rekapitulasi analisis tulangan balok

Tulangan Utama							
Jenis Balok	Penulangan		As' pakai	Mu	φMn	Mu/φMn	Kontrol
	Tarik	Tekan	mm ²	kN.mm	kN.mm		
B1 (500 x 1000)	10D19	8D19	2835.287	637330000	974559392.827	0.654	(OK)
B2 (300 x 600)	7D16	5D16	1407.434	260230000	298839592.449	0.871	(OK)
B3 (250 x 500)	7D16	5D16	1407.434	180490000	247536113.166	0.729	(OK)
B4 (200 x 400)	5D13	4D13	663.661	104480000	105982519.712	0.986	(OK)
B5 (200 x 300)	4D13	3D13	530.929	56170000	69193232.684	0.812	(OK)
Daerah Lapangan							
Jenis Balok	Penulangan		As' pakai	Mu	φMn	Mu/φMn	Kontrol
	Tarik	Tekan	mm ²	kN.mm	kN.mm		
B1 (500 x 1000)	10D19	8D19	2268.230	390900000	974559392.827	0.401	(OK)
B2 (300 x 600)	7D16	5D16	1005.310	270590000	298839592.449	0.905	(OK)
B3 (250 x 500)	7D16	5D16	1005.310	109410000	247536113.166	0.442	(OK)
B4 (200 x 400)	5D13	4D13	530.929	87700000	105982519.712	0.827	(OK)
B5 (200 x 300)	4D13	3D13	398.197	34990000	69193232.684	0.506	(OK)

Sumber: Dokumentasi Pribadi

Dengan hasil analisis struktur Balok B1 berasal dari RSAP 2023 yang memiliki dimensi 500 x 1000 mm, didapatkan hasil momen dan gaya lintang untuk balok B1,

Mu max lapangan = 390900000 N.mm

Mu max tumpuan = 637330000 N.mm

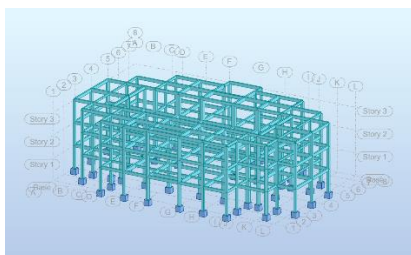
Vu max = 385330 N

3) Kolom

Data yang digunakan adalah data kombinasi beban maksimum:

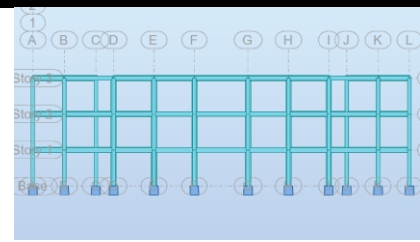
- Gaya aksial ultimit (Pu) = 4990.54 kN
- Momen Ultimit arah X, (Mux) = 15.16 kN.m
- Momen Ultimit arah Y, (Muy) = 34.32 kN.m
- Eksentrisitas arah X = 6.877 mm
- Eksentrisitas arah Y = 3.037 mm

Hasil pemodelan elemen struktur pada software RSAP 2023:



Gambar 1. Visualisasi Pemodelan Struktur pada Software RSAP 2023

Sumber: Dokumentasi Pribadi



Gambar 2. Visualisasi Pemodelan penampang pada Software RSAP 2023

Sumber: Dokumentasi Pribadi

B. Analisis Quantity Take Off Volume

Analisis *Quantity Take Off Volume* dan Pemodelan struktur tulangan atas Gedung Laboratorium AKN Putra Sang Fajar Blitar pekerjaan dihitung pada software *Revit* 2023. Kemudian hasil perhitungan ini digunakan sebagai bahan perbandingan antara *Build of Quantity* (BoQ) pada proyek yang sebelumnya tidak dihitung menggunakan *Software* BIM dan memiliki nilai perbandingan yang cukup signifikan.

Tabel 3. Perbandingan Perhitungan Volume pada Revit dengan BoQ manual proyek

Item Pekerjaan	Volume m ³	Harga Satuan	Harga Total	Item Pekerjaan	Volume m ³	Harga Satuan	Harga Total
Kolom K1	57.46	Rp. 4.388.574.17	Rp. 252.167.471.09	Kolom K1	46.14	Rp. 4.388.574.17	Rp. 202.488.812.20
Kolom K2	86.4	Rp. 4.194.780.80	Rp. 358.429.601.12	Kolom K2	73.4	Rp. 4.194.780.80	Rp. 307.896.910.72
Balok B1	22.08	Rp. 3.526.670.27	Rp. 77.888.979.52	Balok B1	28.3	Rp. 3.526.670.27	Rp. 99.898.798.58
Balok B2	61.95	Rp. 4.615.994.72	Rp. 284.660.873.15	Balok B2	45.52	Rp. 4.615.994.72	Rp. 210.120.079.84
Balok B3	62.07	Rp. 5.546.167.44	Rp. 343.976.313.86	Balok B3	58.57	Rp. 5.546.167.44	Rp. 324.879.053.96
Balok B4	19.56	Rp. 3.213.753.62	Rp. 62.863.979.98	Balok B4	6.38	Rp. 3.213.753.62	Rp. 20.500.748.11
Balok B5	17.56	Rp. 3.304.399.32	Rp. 57.933.445.26	Balok B5	10.61	Rp. 3.304.399.32	Rp. 35.179.636.79
Plat	226.68	Rp. 4.714.098.09	Rp. 1.068.450.372.54	Plat	314.58	Rp. 4.714.098.09	Rp. 1.477.242.019.62
			Rp. 2.061.379.443.54				Rp. 2.885.335.962

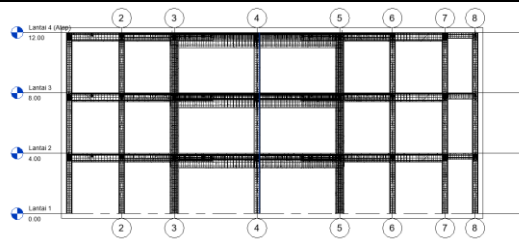
Seluruh harga perhitungan

Rp. 224.996.019.28

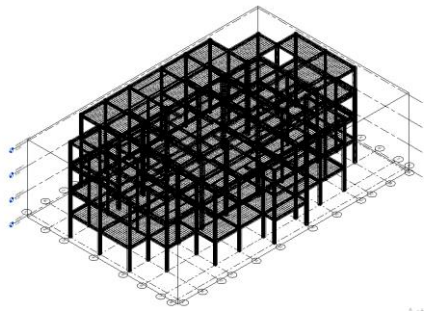
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Dari hasil perbandingan nilai BoQ manual yang telah dilakukan di proyek dan dihitung menggunakan software memiliki perbedaan yang cukup signifikan pada bagian volume sehingga berpengaruh terhadap harga total item pekerjaan. Perbedaan ini teridentifikasi lebih besar pada perhitungan menggunakan *software Revit* dibandingkan dengan hasil dari BoQ manual proyek.

Berikut hasil pemodelan dan penulangan pada software *Revit* 2023:



Gambar 3. Visualisasi Pemodelan Penulangan pada Autodesk Revit 2023
 Sumber: Dokumentasi Pribadi



Gambar 4. Visualisasi Pemodelan Bangunan Gedung pada Autodesk Revit 2023
 Sumber: Dokumentasi Pribadi

C. Analisis Clash Detection

Clash ditemukan paling banyak yaitu pada lantai 3 yaitu sebanyak 3251 *clashes*, pada lantai 2 ditemukan 2095 *clashes* dan lantai 4 atau atap 795 *clashes*.

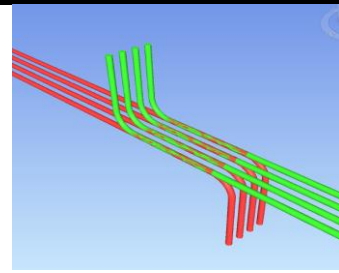
Tabel 4. Persebaran Clash Detection

Matriks		Pelat	Balok	Kolom	Pelat	Balok	Kolom
		Concrete			Concrete		
Pelat	Rebar	0					
Balok		0	0				
Kolom		0	0	0			
Pelat	Rebar				0		
Balok					535	4875	
Kolom					468	2217	517

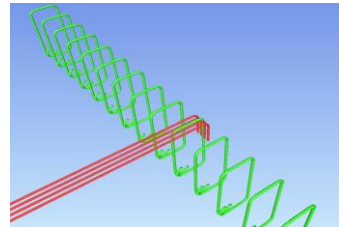
Sumber: Dokumentasi Pribadi

Berikut hasil analisis Clash Detection pada software naviswork 2023:

- Balok vs Balok (Rebar)



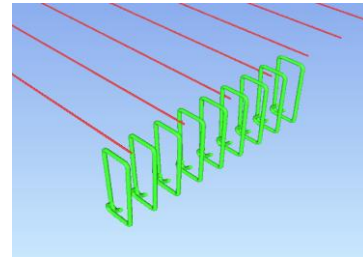
Gambar 5. Clash Detection Balok vs Balok
 Sumber: Dokumentasi Pribadi



Gambar 6. Clash Detection Balok vs Balok Tulangan Senggang

Sumber: Dokumentasi Pribadi

- Balok vs Pelat lantai (Rebar)



Gambar 7. Clash Detection Tulangan pokok utama Tulangan Senggang balok

Sumber: Dokumentasi Pribadi

4. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan struktur atas eksisting dan analisis hasil dari *clash detection* yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, diperoleh kesimpulan dan beberapa hasil penelitian sesuai dengan rumusan masalah sebagai berikut:

- Berdasarkan hasil pemodelan struktur bangunan Gedung Laboratorium AKN Putra Sang Fajar Blitar yang telah dilakukan pada software RSAP 2023 berdasarkan dimensi struktur yang ada dan dilanjutkan dengan menganalisis struktur pembebanan dan penulangan, bangunan dianggap aman dengan nilai analisis sesuai. Nilai analisis struktur dirangkum sebagai berikut:
 - Pelat Lantai
 Tipe pelat lantai yang digunakan adalah pelat lantai dua arah (*two-ways*). Pelat lantai memiliki ketebalan 150 mm dan menggunakan tulangan lentur P10-300 dan tulangan bagi P8-200. Dengan penempatan yang sama arah X maupun arah Y.
 - Balok
 Untuk balok memiliki lima (5) tipe balok dengan tulangan yang digunakan adalah

- tulangan ulir pada tulangan utama dan tulangan polos pada sengkang.
- Balok B1
Balok tipe B1 memiliki dimensi 500×1000 mm menggunakan tulangan utama tumpuan 10S19 dan 8S19 dengan dimensi dan jarak tulangan sengkang P10 – 150, pada tulangan utama lapangan menggunakan 8S19 dan 10S19 dengan dimensi dan jarak tulangan sengkang P10 – 200.
 - Balok B2
Balok tipe B2 memiliki dimensi 300×600 mm menggunakan tulangan utama tumpuan 7S19 dan 5S19 dengan dimensi dan jarak tulangan sengkang P10 – 150, pada tulangan utama lapangan menggunakan 5S19 dan 7S19 dengan dimensi dan jarak tulangan sengkang P10 – 200.
 - Balok B3
Balok tipe B3 memiliki dimensi 250×500 mm menggunakan tulangan utama tumpuan 7S19 dan 5S19 dengan dimensi dan jarak tulangan sengkang P10 – 150, pada tulangan utama lapangan menggunakan 5S19 dan 7S19 dengan dimensi dan jarak tulangan sengkang P10 – 200.
 - Balok B4
Balok tipe B4 memiliki dimensi 200×400 mm menggunakan tulangan utama tumpuan 5S19 dan 4S19 dengan dimensi dan jarak tulangan sengkang P8 – 100, pada tulangan utama lapangan menggunakan 4S19 dan 5S19 dengan dimensi dan jarak tulangan sengkang P8 – 150.
 - Balok B5
Balok tipe B5 memiliki dimensi 200×300 mm menggunakan tulangan utama tumpuan 4S19 dan 3S19 dengan dimensi dan jarak tulangan sengkang P8 – 100, pada tulangan utama lapangan menggunakan 3S19 dan 4S19 dengan dimensi dan jarak tulangan sengkang P8 – 150.
- c. Kolom
- Untuk kolom memiliki dua (2) tipe kolom dengan tulangan yang digunakan adalah tulangan ulir baik pada tulangan utama maupun tulangan Sengkang.
- Kolom K1
Kolom K1 memiliki dimensi 600×600 mm menggunakan tulangan utama tumpuan 16S19 dengan dimensi dan jarak tulangan sengkang P13 – 150, pada tulangan utama lapangan menggunakan 16S19 dengan dimensi dan jarak tulangan sengkang P13 – 200.
 - Kolom K2
Kolom K2 memiliki dimensi 400×400 mm menggunakan tulangan utama tumpuan 12S16 dengan dimensi dan jarak tulangan sengkang P10 – 150, pada tulangan utama lapangan menggunakan 12S16 dengan dimensi dan jarak tulangan sengkang P10 – 200.
2. Desain elemen struktur menggunakan *Software Building Information Modelling (BIM)* yaitu *Autodesk Robot Structural Analysis Professional (RSAP) 2023* dan *Autodesk Revit 2023* menghasilkan visualisasi gambar bangunan yang sangat membantu dalam memahami sebuah gambar. Keuntungan yang dihasilkan, seperti integrasi data, visualisasi realistik, analisis mendalam, dan efisiensi kolaborasi, membantu meningkatkan efisiensi, kualitas, dan keberhasilan proyek konstruksi. Namun, implementasi BIM memerlukan investasi awal dalam hal sumber daya manusia dan teknologi.
 3. Pengujian *clash detection* menggunakan *software Navisworks* dibagi menjadi tiga bagian yaitu beton (*concrete*), tulangan (*rebar*), dan lainnya (*other*). Dari hasil analisis ditemukan 8612 *clashes* pada elemen struktur dengan persebaran data sebesar 94,76% *clashes* terjadi pada tulangan, 5,22% *clashes* terjadi pada material lainnya, dan 0,02% *clashes* terjadi pada beton.
 4. Dari hasil yang diperoleh *Quantity Take Off* menggunakan *software Revit* kemudian membandingkan dengan BoQ manual proyek disimpulkan bahwa selisih yang didapat cukup besar yaitu sebesar Rp. 229.996.019. Nilai yang didapatkan menunjukkan volume yang didapatkan pada *software Revit 2023* lebih besar dibandingkan perhitungan pada BoQ manual proyek. Hal ini menunjukkan penggunaan *Software BIM* berpengaruh dalam Analisis struktur terhadap nilai perubahan *quantity* secara total.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Departemen Pekerjaan Umum. 2020. *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung (SNI 1727:2020)*. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Malang
- [2] Departemen Pekerjaan Umum. 1987. *Pedoman Peraturan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung (PPPURG 1987)*. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan, Malang
- [3] Octavia D. D, Roesdiana T. 2022 Perencanaan Struktur Hotel Beton Bertulang IV Lantai di Desa Linggasana – Kuningan. *Jurnal Konstruksi dan Infrastruktur UGJ Cirebon*

- [4] Time Estimation for Material Procurement Based on Time Schedule in Batu Aji
- [5] SP Plaza Area. (2020). Time Estimation for Material Procurement Based on
- [6] Time Schedule in Batu Aji SP Plaza Area, 2020.
- [7] Suermann, P. C., & Issa, R. R. A. (2009). Evaluating industry perceptions of
- [8] building information modeling (BIM) impact on construction. *Electronic*
- [9] *Journal of Information Technology in Construction*, 14(December 2007),
- [10] Clash Detection - A New Tool in Project Management: Pranav Bhagwat, Rahul Shinde, 2016 IJSRSET | Volume 2 | Issue 4 | Print ISSN: 23951990
- [11] Implementing building information modelling (BIM) at AEC firms in India: Aarti Nanajkar, A Paper Submitted to the Graduate Faculty of the North Dakota State University.
- [12] Sergey P. Zotkin, Elena V. Ignatova, Irina A. Zotkina, The Organization of Autodesk Revit Software Interaction with Applications for Structural Analysis, *Procedia Engineering*, Volume 153, 2016,
- [13] Shyamkant, B. G., Patil, A., & Pataskar, S. (2017). Cost and Time Optimization for Construction of Residential Building by Clash Detection in Building Information Modeling (BIM)
- [14] F., Parung, H., Tjaronge, M. W., Djameluddin, R., Irmawaty, R., Amiruddin, A. A., Djameluddin, A. R., Harianto, T., Muhiddin, A. B., Arsyad, A., & Nur, S. H. (2019). "Sosialisasi Aplikasi Teknologi Building Information Modelling (BIM) pada Sektor Konstruksi Indonesia." *Jurnal Applied Technology Journal for Community Engagement and Services*, Vol. 2, No. 2, hal 112–119
- [15] Akponeware, Anderson O., and Zulfikar A. Adamu. "Clash detection or clash avoidance? An investigation into coordination problems in 3D BIM." *Buildings* 7.3 (2017): 75.
- [16] Review of Building Information Modeling (BIM) Software Packages Based on Assets Management - Scientific Figure on ResearchGate. Available from: https://www.researchgate.net/figure/BIM-Authoring-Tools-Reinhardt-2009_fig21_253058808 [accessed 25 Jan, 2023]
- [17] Ullah, K., Lill, I., & Witt, E. (2019). An overview of BIM adoption in the construction industry: Benefits and barriers. *Emerald Reach Proceedings Series*, 2(May), 297–303.
- [18] Gegana, G. (2015). Autodesk Revit 2015.
- [19] Leite, F.; Akinci, B.; Garrett, J. Identification of Data Items Needed for Automatic Clash Detection in MEP Design Coordination. In *Building A Sustainable Future, Proceedings of the Construction Research Congress, Seattle, WA, USA, 5–7 April 2009*; Ariaratnam, S., Rojas, E., Eds.; American Society of Civil Engineers: Reston, VA, USA, 2009; pp. 416–425
- [20] Tommelein, I.D.; Gholami, S. Root causes of clashes in building information models. *Proceedings of IGLC20: 20th Annual Conference of the International Group on Lean Construction, San Diego, CA, USA, 18–20 July 2012*.
- [21] Xavier Pi-Sunyer, F., Becker, C., Bouchard, R.A., Carleton, G. A., Colditz, W., Dietz, J., Foreyt, R. Garrison, S., Grundy, B. C. (1998). Clinical Guidelines on the identification, evaluation, and treatment of overweight and obesity in adults. *Journal of National Institutes of Health*. No.3, Vol.4,123-130
- [22] Hartmann, T. Detecting Design Conflicts Using Building Information Models: A Comparative Lab Experiment. In *Proceedings of the CIB W78 2010: 27th International Conference, Cairo, Egypt, 16–18 November 2010*.
- [23] Hartmann, T. Detecting Design Conflicts Using Building Information Models: A Comparative Lab Experiment. In *Proceedings of the CIB W78 2010: 27th International Conference, Cairo, Egypt, 16–18 November 2010*.
- [24] Tommelein, I.D.; Gholami, S. Root causes of clashes in building information models. *Proceedings of IGLC20: 20th Annual Conference of the International Group on Lean Construction, San Diego, CA, USA, 18–20 July 2012*.
- [25] Ghosh, A., 2015. Analyzing The Impact of Building Information Modeling (BIM) on Labor Productivity in Retrofit Construction (Case Study at a Semiconductor Manufacturing Facility). Proquest.
- [26] Don Bockstael, M. H. I., 2015. A Methodology for Contractor Clash Detection Using Building Information Modelling on Commercial Building Construction Projects. *Journal of Information Technology in Construction*, p. 17.