

IMPLEMENTASI *BUILDING INFORMATION MODELLING* (BIM) UNTUK ANALISIS *CLASH DETECTION* DAN PENJADWALAN PROYEK PEMBANGUNAN GEDUNG PERKULIAHAN

Refi Satria¹, Risma Apdeni²

^{1,2} Departemen Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Padang

Email : refisatria21@gmail.com

Abstrak : BIM merupakan sebuah inovasi teknologi di bidang konstruksi yang menyediakan kemudahan dalam seluruh tahapan pekerjaan konstruksi, termasuk perencanaan, desain, pelaksanaan konstruksi, dan pemeliharaan bangunan. Menggunakan teknologi BIM, perencana, insinyur, dan kontraktor dapat menghasilkan representasi desain visual dari seluruh aspek proyek bangunan mereka dalam model 3D. Hal yang melatarbelakangi Tugas akhir ini adalah sulitnya mendeteksi *clash* pada gambar 2D pada pekerjaan struktur konstruksi gedung. Tujuan dari Tugas akhir ini adalah menerapkan konsep BIM 3D untuk analisis *clash detection* dan konsep BIM 4D untuk simulasi penjadwalan proyek. Dalam melakukan Analisis *clash detection* pada penelitian ini dibantu dengan menggunakan *software* Autodesk Revit 2024 dan untuk simulasi penjadwalan proyek menggunakan *software* Autodesk Naviswork. Berdasarkan penelitian diperoleh hasil bahwa tidak ditemukannya *clash* pada pekerjaan struktur dan diperoleh simulasi penjadwalan dengan durasi 151 hari kerja.

Kata Kunci : *Building Information Modeling*, Autodesk Naviswork, *Time Schedule*

Abstract : BIM is a technological innovation in the field of construction that provides convenience in all stages of construction work, including planning, design, construction execution, and building maintenance. Using BIM technology, planners, engineers, and contractors can create visual design representations of all aspects of their building projects in 3D models. The reason behind this final project is the difficulty of detecting clashes in 2D images in building construction structure work. The purpose of this final project is to apply the 3D BIM concept for clash detection analysis and the 4D BIM concept for project scheduling simulation. In conducting clash detection analysis in this study, it was assisted by using Autodesk Revit 2024 software and for project scheduling simulations using Autodesk Naviswork software. Based on the research, the results were obtained that there was no clash in the structural work and a scheduling simulation was obtained with a duration of 151 working days.

Keyword : *Building Information Modeling*; Autodesk Naviswork; Autodesk Revit; *Clash Detecion*

PENDAHULUAN

Salah satu teknologi di bidang konstruksi dalam bentuk sistem adalah *Building Information Modelling* (BIM). BIM merupakan teknologi dalam *Mechanical, Electrical, and Architectural* (MEA) yang memiliki kemampuan dalam menghasilkan representasi digital dari karakteristik fisik dan fungsional suatu bangunan (Setiami & Maulana, 2021). Dalam tulisannya, Parung (2019) mendefinisikan BIM sebagai alat yang

memiliki kemampuan penyimpanan berbagai jenis informasi suatu proyek. Lebih lanjut Chen (2019) menyatakan bahwa BIM merupakan sebuah inovasi teknologi di bidang konstruksi yang menyediakan kemudahan dalam seluruh tahapan pekerjaan konstruksi, termasuk perencanaan, desain, pelaksanaan konstruksi, dan pemeliharaan bangunan.

Implementasi BIM di Indonesia telah diatur dalam Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia, Nomor

22/PRT/M/2018 tentang Pembangunan Bangunan Gedung Negara pasal 13 yang menyatakan bahwa penggunaan BIM wajib diterapkan pada bangunan dengan jumlah lantai lebih dari 2 dan memiliki luas di atas 2000 m². *Output* yang diberikan berupa *shop drawing* arsitektur, *shop drawing* struktur, *shop drawing mechanical & electrical*, gambar lansekap, detail volume, dan rencana anggaran biaya (RAB). Hal tersebut merupakan langkah nyata pemerintah dalam mendukung implementasi BIM di Indonesia. Berdasarkan pernyataan tersebut penerapan BIM meliputi 3D (elemen geometris) dan 5D (elemen manajemen biaya), akan tetapi penerapan tersebut juga beriringan dengan konsep BIM 4D (elemen waktu) yang mana merupakan tahapan *scheduling* (penjadwalan) pekerjaan konstruksi. Dalam hal ini keterkaitan antara ke-3 konsep dimensi BIM sangat erat dan melengkapi satu sama lain.

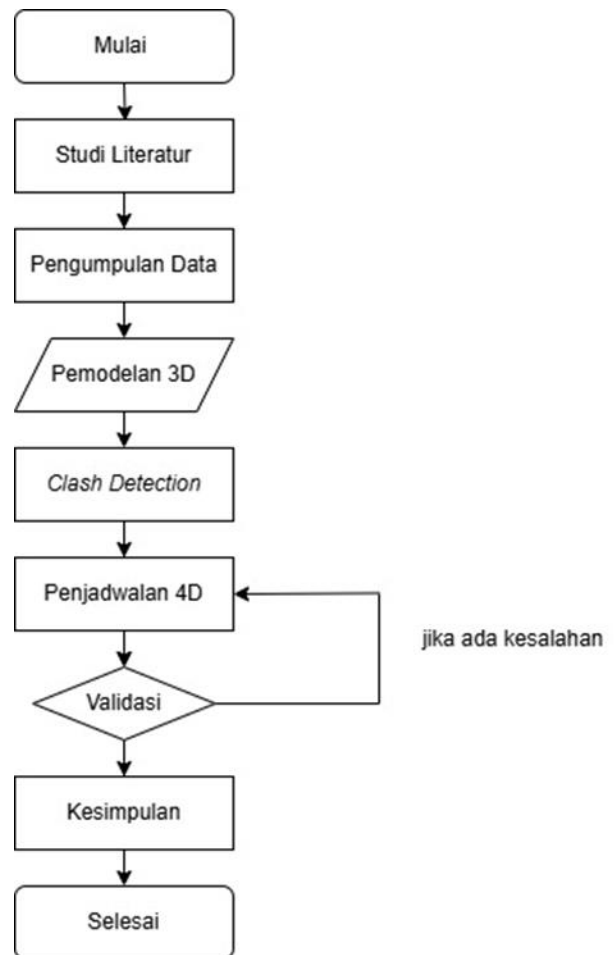
Menurut Raut & Valunjar, (2017), *Clash detection* adalah metode untuk memeriksa dan mengidentifikasi banyak konflik yang sering terjadi dalam proses koordinasi model 3D yang dibuat dalam *software modern*. Analisis *Clash detection* dapat diterapkan dalam pekerjaan proyek konstruksi bangunan gedung karena pekerjaan konstruksi bangunan gedung merupakan pekerjaan yang rumit dan kompleks. Proses penggambaran antar elemen yang terpisah satu sama lain sering menimbulkan ketidaksinkronan antar elemen sehingga menyebabkan *clash* (bentrok) antar elemen, baik struktural maupun arsitektural. Hal ini menyebabkan berbagai masalah seperti, penundaan waktu pekerjaan dan perubahan pekerjaan karena memungkinkan terjadinya pekerjaan ulang dari suatu proyek konstruksi bangunan gedung yang dapat berdampak pada kerugian biaya. *Clash* sulit dideteksi pada penggambaran secara manual, hal tersebut terjadi karena kompleksnya desain bangunan gedung. Maka dari itu analisis *clash detection* perlu diterapkan dalam proyek konstruksi gedung dengan menerapkan konsep BIM.

Dalam proyek konstruksi gedung *Clash detection* sangat erat kaitannya dengan *scheduling* (penjadwalan) karena apabila terjadi *clash* pada suatu proyek konstruksi gedung dapat menyebabkan perubahan waktu pekerjaan konstruksi atau penjadwalan. Penjadwalan adalah suatu proses yang dilakukan untuk menentukan durasi waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan suatu item pekerjaan dengan urutan waktu yang telah direncanakan supaya proyek dapat selesai sesuai dengan waktu yang direncanakan. Penjadwalan yang dilakukan secara optimal dapat membantu penggunaan sumber daya dengan biaya yang minimum sehingga dalam pelaksanaannya

dibutuhkan alat yang dapat mengoptimalkan penjadwalan konstruksi (Saputra & Abma, 2023)

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan mengumpulkan data yang dibutuhkan, kemudian melakukan pemodelan 3D dengan menggunakan *software* Autodesk Revit dan dilanjutkan dengan mengespor model 3D pada Revit ke *software* Autodesk Naviswork. Secara umum berikut langkah-langkah dalam penelitian ini.



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

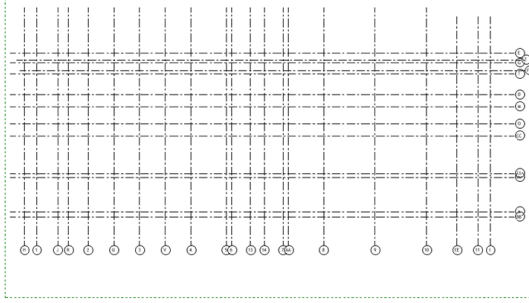
Pemodelan 3D Struktur pada Autodesk Revit 2024

Pemodelan 3D dilakukan menggunakan *software* Autodesk Revit 2024. Pemodelan 3D dapat memvisualisasikan Bentuk dari struktur Bangunan yang memuat informasi dari Bangunan tersebut. Berikut merupakan tahapan mengenai proses pemodelan dalam bentuk model 3D menggunakan *software* Revit 2024.

1. Pembuatan Grid

Grid adalah suatu garis dengan ukuran jarak yang telah di tentukan yang digunakan untuk memberi

acuan guna memudahkan dalam proses pemodelan.



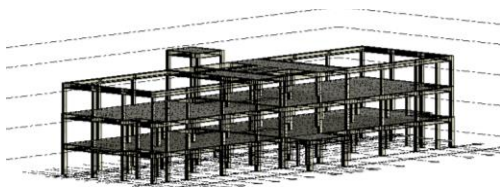
Gambar 2. Pembuatan Grid

2. Membuat Elemen Struktur

Elemen struktur yang dimodelkan yaitu kolom, balok pelat lantai. Elemen dimodelkan sesuai dengan dengan gambar yang didapat.

3. Pemodelan Elemen Struktur

Setelah elemen struktur dibuat langkah selanjutnya yaitu dengan memodelkan elemen tersebut pada grid yang telah dibuat pada tahap sebelumnya yang sesuai dengan gambar.



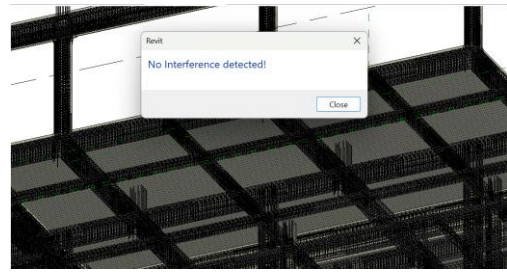
Gambar 3. Pemodelan 3D

4. Penulangan Elemen Struktur

Penulangan dilakukan pada kolom, balok, dan pelat lantai. Untuk melakukan proses penulangan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu secara manual dan menggunakan plug-in. Penulangan secara manual dilakukan dengan membuat penulangan satu persatu secara manual sedangkan penulangan dengan plug-in dilakukan dengan menggunakan *software* tambahan yaitu *software cadrebar* yang terdapat pada autodesk.

Analisis Clash Detection

Seperti yang telah dijelaskan pada bab sebelumnya, pada revit terdapat fasilitas untuk melakukan *clash detection*. *Interference check* pada Revit dilakukan agar mencegah terjadinya *false positive* yakni *clash* yang terjadi akibat kesalahan pada saat memodelkan bangunan. *Interference check* dilakukan setelah pemodelan struktur selesai dibuat.



Gambar 4. hasil Clash Detection

Quantity Takeoff

Quantity Takeoff (volume) pekerjaan struktur digunakan untuk menentukan penjadwalan yang akan dibuat. Setelah proses deteksi bentrokan (*clash detection*) dilakukan dan tidak ditemukan adanya konflik antara elemen struktur, langkah selanjutnya adalah menghitung *Quantity Takeoff* (QTO). Untuk itu, kita akan menggunakan fitur "Schedule Quantities" yang ada pada software Autodesk Revit. Fitur ini memungkinkan kita untuk memperoleh data *Quantity Takeoff* dari pemodelan 3D dengan akurat dan terperinci.

Tabel 1. Volume beton kolom

Elemen Kolom				
Nama	Panjang	Keliling	Luas	Volume
K1 L1 B	900 cm	280 cm	25 m ²	4.4 m ³
K2 L1 A	9,000 cm	240 cm	216 m ²	31.9 m ³
K2 L1 B	10,800 cm	240 cm	259 m ²	38.2 m ³
K3 L2 A	9,000 cm	200 cm	180 m ²	22.1 m ³
K3 L2 B	10,800 cm	200 cm	216 m ²	26.6 m ³
K4 L1 A	1,350 cm	180 cm	24 m ²	2.7 m ³
K4 L1 B	1,350 cm	180 cm	24 m ²	2.7 m ³
K4 L2 A	1,350 cm	180 cm	24 m ²	2.7 m ³
K4 L2 B	1,350 cm	180 cm	24 m ²	2.7 m ³
K4 L3 A	1,800 cm	180 cm	32 m ²	3.6 m ³
K4 L3 B	9,450 cm	180 cm	170 m ²	19.0 m ³
K4 L4 A	7,030 cm	180 cm	127 m ²	14.2 m ³
K6 L1 B	1,800 cm	130 cm	23 m ²	1.8 m ³
Grand total: 148	65,980 cm	2,550 cm	1,346 m ²	172.4 m ³

Tabel 2. Volume Tulangan Kolom

Volume Tulangan Elemen Kolom	
Nama	Volume
K1 L1	0.1 m ³
K2 L1 A	1.1 m ³
K2 L1 B	1.3 m ³
K3 L2 A	0.8 m ³
K3 L2 B	0.9 m ³
K4 L1 A	0.2 m ³
K4 L1 B	0.1 m ³
K4 L2 A	0.1 m ³
K4 L2 B	0.1 m ³
K4 L3 A	0.2 m ³
K4 L3 B	0.7 m ³
K4 L4 A	0.7 m ³
K6 L1 B	0.0 m ³
Grand total: 148	6.5 m ³

Tabel 3. Volume Beton Balok

Elemen Balok				
Elemen	Panjang	Keliling	Area	Volume
B1 L2 A	20,050 cm	240 cm	481 m2	53 m3
B1 L2 B	27,080 cm	240 cm	650 m2	72 m3
B1 L3 A	20,050 cm	240 cm	481 m2	54 m3
B1 L3 B	25,200 cm	240 cm	605 m2	68 m3
B1 L4 A	11,950 cm	240 cm	287 m2	36 m3
B1 L4 B	17,070 cm	240 cm	410 m2	51 m3
B1 L5 A	2,225 cm	240 cm	53 m2	6 m3
B2 L2 A	7,560 cm	170 cm	129 m2	9 m3
B2 L2 B	10,335 cm	170 cm	176 m2	12 m3
B2 L3 A	6,600 cm	170 cm	112 m2	8 m3
B2 L3 B	8,800 cm	170 cm	150 m2	10 m3
B2 L4 A	1,720 cm	170 cm	29 m2	2 m3
B2 L4 B	2,660 cm	170 cm	45 m2	3 m3
B3 L2 A	11,373 cm	150 cm	171 m2	10 m3
B3 L2 B	14,740 cm	150 cm	221 m2	14 m3
B3 L3 A	11,900 cm	150 cm	179 m2	11 m3
B3 L3 B	13,470 cm	150 cm	202 m2	12 m3
B3 L4 A	8,605 cm	150 cm	129 m2	11 m3
B3 L4 B	10,918 cm	150 cm	164 m2	13 m3
B3 L5 A	513 cm	150 cm	8 m2	0.5 m3
B4 L2 A	3,250 cm	120 cm	39 m2	2 m3
B4 L2 B	3,515 cm	120 cm	42 m2	2 m3
B4 L3 A	4,625 cm	120 cm	56 m2	2 m3
B4 L3 B	4,000 cm	120 cm	48 m2	2 m3
B4 L5 A	600 cm	120 cm	7 m2	0.3 m3
B5 L2 B	853 cm	100 cm	9 m2	0.24 m3
B5 L3 A	228 cm	100 cm	2 m2	0.07 m3
B5 L3 B	2,065 cm	100 cm	21 m2	1 m3
Grand total: 335	251,953 cm	4,650 cm	4,904 m2	467 m3

Tabel 4. Volume Tulangan Balok

Tulangan Balok	
Nama	Volume
B1 L2 A	2.6 m3
B1 L2 B	2.8 m3
B1 L3 A	2.5 m3
B1 L3 B	3.1 m3
B1 L4 A	2.1 m3
B1 L4 B	1.7 m3
B1 L5 A	0.4 m3
B2 L2 A	0.5 m3
B2 L2 B	0.5 m3
B2 L3 A	0.2 m3
B2 L3 B	0.1 m3
B2 L4 A	0.2 m3
B2 L4 B	0.3 m3
B3 L2 A	0.4 m3
B3 L2 B	0.5 m3
B3 L3 A	0.2 m3
B3 L3 B	0.3 m3
B3 L4 A	0.3 m3
B3 L4 B	0.2 m3
B3 L5 A	0.0 m3
B4 L2 A	0.1 m3
B4 L2 B	0.1 m3
B4 L3 A	0.0 m3
B4 L3 B	0.0 m3
B4 L5 A	0.0 m3
B5 L2 B	0.0 m3
B5 L3 A	0.0 m3
B5 L3 B	0.0 m3
Grand total: 335	18.9 m3

Tabel 5. Volume Beton Pelat Lantai

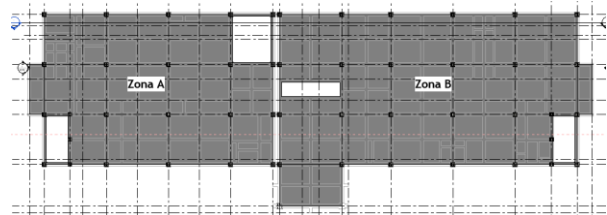
Plat Lantai		
Nama	Area	Volume
PL L2 A	467 m2	56.1 m3
PL L2 B	668 m2	80.2 m3
PL L3 A	456 m2	54.8 m3
PL L3 B	620 m2	74.4 m3
PL L4 A	62 m2	7.4 m3
PL L4 B	140 m2	16.8 m3
PL L5 A	31 m2	3.7 m3
Grand total: 9	2,444 m2	293.3 m3

Tabel 6. Volume Tulangan Pelat Lantai

Volume Tulangan Plat Lantai	
Nama	Volume
PL L2 A	0.9 m3
PL L2 B	1.2 m3
PL L3 A	0.9 m3
PL L3 B	1.2 m3
PL L4 A	0.1 m3
PL L4 B	0.3 m3
PL L5 A	0.1 m3
Grand total: 9	4.5 m3

Klasifikasi Elemen Struktur

Klasifikasi elemen struktur berfungsi untuk mengetahui volume dari masing-masing pekerjaan struktur. Pengelompokan volume pekerjaan struktur dibagi menjadi 2 zona, yaitu volume pekerjaan gedung zona A dan volume pekerjaan gedung zona B.



Gambar 5. klasifikasi Pekerjaan Struktur

Gedung Zona A

Lantai	Element Struktur		Luas	Volume	Tulangan
		Mark			
1	Kolom L1	K2	216	31.86	1.14
		K4	24.3	2.67	0.21
		Total	240.3	34.53	1.35
2	Balok L2	B1	481.2	53.2	2.58
		B2	128.52	9.42	0.45
		B3	170.595	10.63	0.43
		B4	39	1.65	0.08
		Total	819.315	74.9	3.54
	Pelat L2	Pelat L2	467	56.08	0.88
	Kolom L2	K3	180	22.14	0.8
K4		24.3	2.67	0.11	
Total		204.3	24.81	0.91	
3	Balok L3	B1	481.2	54.45	2.45
		B2	112.2	7.85	0.16
		B3	178.5	10.63	0.19
		B4	55.5	2.23	0.03
		B5	2.28	0.07	0.03
	Total	829.68	75.23	2.86	
	Pelat L3	Pelat L3 A	456	54.78	0.87
	Kolom L3	K4	32.4	3.63	0.17
		Total	237 m2	24.8	0.672
	4	Balok L4	B1	286.8	36.19
B2			29.24	2.28	0.19
B3			129.075	10.71	0.27
Total			445.115	49.18	2.53
Pelat L4		Pelat L4 A	62	7.38	0.12
Kolom L4	K4	126.54	14.18	0.66	
	Total	126.54	14.18	0.66	
5	Balok L5	B1	53.4	6.35	0.39
		B3	7.695	0.46	0.03
		B4	7.2	0.3	0.01
		Total	68.295	7.11	0.43
	Pelat L5	Pelat L5 A	31	3.69	0.06

Gedung Zona B

Lantai	Element Struktur	Luas	Volume	Tulangan	
1	Kolom L1	Mark			
		K1	25.2	4.38	0.12
		K2	259.2	38.19	1.32
		K4	24.3	2.67	0.14
		K6	23.4	1.75	0.04
	Total	332.1	46.99	1.62	
2	Balok L2	B1	649.92	71.67	2.79
		B2	175.695	12.41	0.5
		B3	221.1	13.62	0.46
		B4	42.18	1.82	0.05
		B5	8.53	0.24	0.01
		Total	1097.43	99.76	3.81
	Pelat L2	Pelat L2 B	668	80.18	1.18
	Kolom L2	K3	216	26.55	0.93
		K4	24.3	2.67	0.11
		Total	240.3	29.22	1.04
3	Balok L3	B1	604.8	68.42	3.05
		B2	149.6	10.27	0.1
		B3	202.05	12.39	0.28
		B4	48	1.98	0.04
		B5	20.65	0.62	0.03
		Total	1025.1	93.68	3.5
	Pelat L3	Pelat L3 B	620	74.38	1.18
	Kolom L3	K4	170.1	19.04	0.73
		Total	170.1	19.04	0.73
	4	Balok L4	B1	409.68	51.04
B2			45.22	3.25	0.29
B3			163.77	12.96	0.21
Total			618.67	67.25	2.2
Pelat L4		Pelat L4 B	140	16.76	0.26

Penjadwalan Pekerjaan Struktur

Dalam proses penjadwalan pekerjaan struktur, dilakukan perhitungan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan setiap jenis pekerjaan. Penghitungan ini dilakukan dengan menggunakan data yang diperoleh dari proyek yaitu gambar rencana proyek, *time schedule*, dan jumlah tenaga kerja yang tersedia. Jumlah total pekerja yang terlibat adalah 60 orang. 20 pekerja ditugaskan untuk pekerjaan bekisting, 20 pekerja untuk pembesian, dan 8 pekerja untuk pengecoran. Berdasarkan data tersebut, maka dapat menentukan durasi setiap pekerjaan dan menyusun jadwal yang efektif menggunakan rumus berikut .

$$N = \frac{k \times V}{T}$$

Dimana:

N = jumlah tenaga kerja

V = volume pekerjaan

k = koefisien tenaga kerja

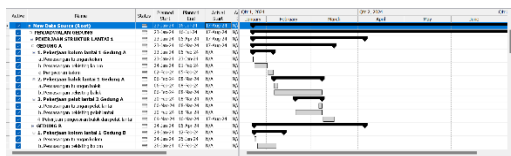
T = waktu/durasi pekerjaan

Tabel 7. Rekapitulasi Durasi Pekerjaan Struktur

Uraian Pekerjaan	Volume	Jumlah Tenaga Kerja	Koefisien Tenaga Kerja	Durasi
PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 1				
GEDUNG A				
1. Pekerjaan kolom lantai 1 Gedung A				
a. Pemasangan tulangan kolom	10597.5	20	0.0016	1
b. Pemasangan bekisting kolom	240.3	20	0.66	8
c. Pengecoran kolom	34.53	5	0.4	3
2. Pekerjaan balok lantai 1 Gedung A				
a. Pemasangan tulangan balok	27789	20	0.0016	3
b. Pemasangan bekisting balok	819.315	20	0.66	28
3. Pekerjaan pelat lantai 2 Gedung A				
a. Pemasangan tulangan pelat lantai	6908	20	0.007	3
b. Pemasangan bekisting pelat lantai	467	20	0.66	16
4. Pekerjaan pengecoran balok dan pelat lantai	130.98	8	0.4	7
GEDUNG B				
1. Pekerjaan kolom lantai 1 Gedung B				
a. Pemasangan tulangan kolom	12717	20	0.0016	2
b. Pemasangan bekisting kolom	332.1	20	0.66	11
c. Pengecoran kolom	46.99	5	0.4	4
2. Pekerjaan balok lantai 1 Gedung B				
a. Pemasangan tulangan balok	29908.5	20	0.0016	3
b. Pemasangan bekisting balok	1097.43	20	0.66	37
3. Pekerjaan pelat lantai 2 Gedung B				
a. Pemasangan tulangan pelat lantai	9263	20	0.007	4
b. Pemasangan bekisting pelat lantai	668	20	0.66	22
4. Pekerjaan pengecoran balok dan pelat lantai	179.94	8	0.4	9
PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 2				
GEDUNG A				
1. Pekerjaan kolom lantai 2 Gedung A				
a. Pemasangan tulangan kolom	7143.5	20	0.0016	1
b. Pemasangan bekisting kolom	204.3	20	0.66	7
c. Pengecoran kolom	24.81	5	0.4	2
c. Pengecoran kolom	24.81	5	0.4	2
2. Pekerjaan balok lantai 2 Gedung A				
a. Pemasangan tulangan balok	22451	20	0.0016	2
b. Pemasangan bekisting balok	829.68	20	0.66	2
3. Pekerjaan pelat lantai 3 Gedung A				
a. Pemasangan tulangan pelat lantai	6829.5	20	0.007	3
b. Pemasangan bekisting pelat lantai	456	40	0.66	8
4. Pekerjaan pengecoran balok dan pelat lantai	130.01	8	0.4	7
GEDUNG B				
1. Pekerjaan kolom lantai 2 Gedung B				
a. Pemasangan tulangan kolom	8164	20	0.0016	1
b. Pemasangan bekisting kolom	240.3	20	0.66	8
c. Pengecoran kolom	29.22	5	0.4	3
2. Pekerjaan balok lantai 2 Gedung B				
a. Pemasangan tulangan balok	27475	20	0.0016	2
b. Pemasangan bekisting balok	1025.1	20	0.66	33
3. Pekerjaan pelat lantai 3 Gedung B				
a. Pemasangan tulangan pelat lantai	9263	20	0.007	3
b. Pemasangan bekisting pelat lantai	620	20	0.66	20
4. Pekerjaan pengecoran balok dan pelat lantai	168.06	8	0.4	8
PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 3				
GEDUNG A				
1. Pekerjaan kolom lantai 3 Gedung A				
a. Pemasangan tulangan kolom	5275.2	20	0.0016	1
b. Pemasangan bekisting kolom	237	20	0.66	8
c. Pengecoran kolom	24.8	5	0.4	2
2. Pekerjaan balok lantai 3 Gedung A				
a. Pemasangan tulangan balok	19860.5	20	0.0016	1
b. Pemasangan bekisting balok	445.115	20	0.66	15
3. Pekerjaan pelat lantai 4 Gedung A				
a. Pemasangan tulangan pelat lantai	942	20	0.007	1
b. Pemasangan bekisting pelat lantai	62	20	0.66	2

Uraian Pekerjaan	Volume	Jumlah Tenaga Kerja	Koefisien Tenaga Kerja	Durasi
4. Pekerjaan pengecoran balok dan pelat lantai	56.56	8	0.4	3
GEDUNG B				
1. Pekerjaan kolom lantai 3 Gedung B				
a. Pemasangan tulangan kolom	5730.5	20	0.0016	1
b. Pemasangan bekisting kolom	170.1	20	0.66	6
c. Pengecoran kolom	19.04	5	0.4	2
2. Pekerjaan balok lantai 3 Gedung B				
a. Pemasangan tulangan balok	17270	20	0.0016	1
b. Pemasangan bekisting balok	618.67	20	0.66	20
3. Pekerjaan pelat lantai 4 Gedung B				
a. Pemasangan tulangan pelat lantai	2041	20	0.007	1
b. Pemasangan bekisting pelat lantai	140	20	0.66	5
4. Pekerjaan pengecoran balok dan pelat lantai	84.01	8	0.4	5
PEKERJAAN STRUKTUR LANTAI 4				
GEDUNG A				
1. Pekerjaan kolom lantai 4 Gedung A				
a. Pemasangan tulangan kolom	5181	20	0.0016	1
b. Pemasangan bekisting kolom	126.54	20	0.66	5
c. Pengecoran kolom	14.18	5	0.4	2
2. Pekerjaan balok lantai 3 Gedung B				
a. Pemasangan tulangan balok	3375.5	20	0.0016	1
b. Pemasangan bekisting balok	68.295	20	0.66	3
3. Pekerjaan pelat lantai 4 Gedung B				
a. Pemasangan tulangan pelat lantai	471	20	0.007	1
b. Pemasangan bekisting pelat lantai	31	20	0.66	2
4. Pekerjaan pengecoran balok dan pelat lantai	10.8	8	0.4	1

Setelah durasi waktu pekerjaan didapat maka dilakukan penjadwalan menggunakan aplikasi microsoft project, kemudian dimport ke software Autodesk Naviswork. Maka diperoleh hasil berupa simulasi dari pekerjaan struktur dan Bar Chart.



Gambar 6. Bar Chart Penjadwalaan Pada Naviswork

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh hasil berupa penjadwalan 4D dengan durasi pekerjaan struktur sejumlah 151 hari kerja dan setelah melakukan analisis *Clash Detection* diperoleh hasil bahwa tidak terdapat *clash* pada pekerjaan struktur.

DAFTAR PUSTAKA

Chen, Y., Zhang, J., & Min, B. C. (2019).

"Applications of BIM And UAV To Construction Safety. *Proceedings, Annual Conference - Canadian Society for Civil Engineering, 2019-June*, 1–7.

Parung, H., Tjaronge, M. W., Djamiluddin, R., Irmawaty, R., Amiruddin, A. A., Djamiluddin, 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 TEPAT : Applied Technology Journal for Community Engagement and Services*, 2(2), 112–119. https://doi.org/10.25042/jurnal_tepat.v2i2.82

Raut, & Dr.S.S.Valunjar. Mr. Swapnesh. (2017). "Improve the Productivity of Building Construction Project using Clash Detection Application in Building Information Modeling". *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*, 04(03), 1784–1785.

Saputra, G. S., & Abma, V. (2023). "Penerapan BIM 4D dalam Perencanaan Penjadwalan Pada Pekerjaan Struktur Jembatan". *Proceeding Civil Engineering Research Forum*, 3(1), 120–128. <https://dspace.uui.ac.id/handle/123456789/45518>

Setiami, R., & Maulana, A. (2021). "Development of E-Modules in Engineering Drawing Courses With the Bim System Building Modeling Application". *Jurnal PenSil*, 10(1), 1–7. <https://doi.org/10.21009/jpensil.v10i1.17013>