

ANALISIS CLASH DETECTION DAN QUANTITY TAKE OFF BERBASIS BUILDING INFORMATION MODELLING (BIM) PADA PERENCANAAN ULANG STRUKTUR ATAS GEDUNG LABORATORIUM DAN BENGKEL TEKNIK ELEKTRONIKA

M. Rifqi Ramadhani^{1,*}, Wahiddin², Deni Putra Arystianto³

Mahasiswa Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang², Dosen Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang³

¹rifqi.ramadhani77@gmail.com, ²wahiddin@polinema.ac.id, ³depe_arch@yahoo.com

ABSTRAK

Salah satu persyaratan dari analisis clash detection pada perencanaan gedung adalah struktur dari bangunan tersebut harus kokoh dan efisien dikerjakan. Untuk mencapai hal tersebut diperlukannya perhitungan awal mengenai dimensi struktur seperti balok, kolom pelat dan tangga. Dari hasil perencanaan diperoleh: tebal pelat lantai dan tangga 12 cm dan 24 cm. Ukuran balok terbesar 950 mm dan terkecil 300 mm dengan pemakaian tulangan utama D22, D16 dan sengkang D12, D10. Ukuran kolom terbesar 750 mm dan terkecil 500 mm dengan pemakaian tulangan utama D22 dan sengkang D13. Lalu permodelan dilakukan dengan menggunakan bantuan aplikasi robot untuk analisis stuktur dan untuk desain tulangan menggunakan bantuan aplikasi revit 2021. Dari permodelan revit tersebut didapatkan hasil dari clash detection dengan bantuan aplikasi Navisworks manage 2021 yang ditemukan ada sekitar 4220 clash pada tulangan dan diambil untuk pembahasan sebanyak 9 clash. Hasil volume diperbandingkan volume terjadinya clash dengan volume setelah solusi dari kedua volume tersebut didapatkan selisih sebesar Jumlah: 119, Panjang Tulangan: 2790.56 m, dan Berat Tulangan 17965.21 kg.

Kata kunci : permodelan, perencanaan, BIM, clash detection, volume

ABSTRACT

One of the requirements of clash detection analysis in building planning is that the structure of the building must be sturdy and work efficiently. To achieve this, an initial calculation of the dimensions of structures such as beams, slab columns and stairs is required. From the planning results obtained: the thickness of the floor slab and stairs 12 cm and 24 cm. The largest beam size is 950 mm and the smallest is 300 mm with the use of main reinforcement D22, D16 and stirrups D12, D10. The largest column size is 750 mm and the smallest is 500 mm with the use of D22 main reinforcement and D13 stirrups. Then the modeling is carried out using the help of a robot application for structural analysis and for the design of reinforcement using the help of the revit 2021 application. From the revit modeling, the results obtained from clash detection with the help of the Navisworks manage 2021 application which found around 4220 clashes in the reinforcement and were taken for discussion as many as 9 clash. The volume results are compared with the volume of the occurrence of clashes with the volume after the solution of the two volumes, the difference is obtained by Amount: 119, Reinforcement Length: 2790.56 m, and Reinforcement Weight 17965.21 kg.

Keywords : modeling, planning, BIM, clash detection, volume

1. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Building Information Modelling (BIM) itu adalah suatu sistem teknologi yang dapat memberikan informasi dalam proses pembuatan desain konstruksi yang terintegrasi dengan

permodelan tiga dimensi. Pada era sekarang penggunaan BIM sangat diperlukan karena memiliki banyak sekali manfaat apalagi yang sekarang bergerak di bidang industri pabrikan maupun konstruksi. Pada dasarnya BIM sendiri merupakan suatu metode yang sangat maju dimana dalam

prosesnya dapat mempermudah dan mempercepat pekerjaan konstruksi. Informasi yang dihasilkan tersebut dilakukan dan ditampilkan secara virtual, meliputi informasi-informasi seperti geometri, model bangunan, biaya, waktu dan lain-lain yang akan dihasilkan selama masa konstruksi dilakukan. Dalam penelitian ini, penggunaan system software BIM diharapkan dapat memberikan informasi BIM yang menghasilkan data gambar visualisasi, volume dan deteksi bentrokan, serta perhitungan keuangan bangunan oleh system yang sudah terintegrasi dengan suatu permodelan konstruksi bangunan, sehingga yang nantinya dapat dilakukannya penelitian untuk perbandingan apa yang di tinjau pada hasil volume dan kekuatan bangunan tersebut.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan diatas, maka didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

Bagaimana merencanakan ulang struktur atap dan permodelan visualisasi menggunakan kerangka baja pada Gedung Laboratorium dan Bengkel Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang?

Bagaimana merencanakan ulang struktur atas dan permodelan visualisasi beton bertulang pada Gedung Laboratorium dan Bengkel Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang?

Bagaimana meninjau hasil work flow BIM dari permodelan Struktur Gedung Laboratorium dan Bengkel Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang?

Bagaimana memperhitungkan Quantity dan analisa Clash Detection pada struktur bangunan Gedung Laboratorium dan Bengkel Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang dengan menggunakan software BIM?

2. METODE

Deskripsi Proyek

Proyek pembangunan Pengembangan Gedung Laboratorium dan Bengkel Program Studi Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang ini berlokasi didalam kampus Politeknik Negeri Malang, alamat dari kampus tersebut adalah Jl. Soekarno Hatta No.9, Jatimulyo, Kec. Lowokwaru, Kota Malang, Jawa Timur 65141.

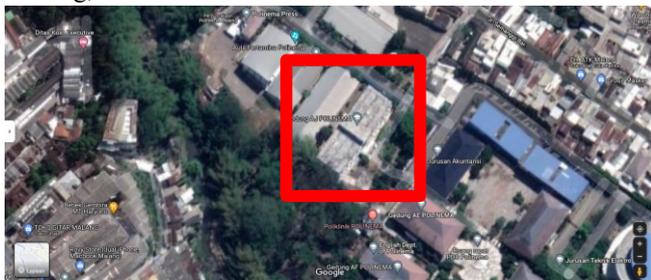
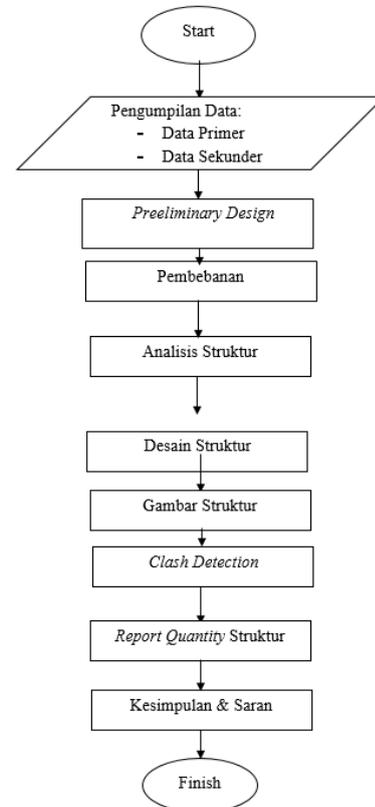


Diagram Bagan Alir

Tahapan metode dari struktur ini yang berjudul “Analisis Clash Detection dan Quantity Take off Berbasis Building Information Modelling (BIM) Pada Perencanaan Ulang Struktur Gedung Laboratorium dan Bengkel Teknik Elektronika”, dapat disampaikan sebagaimana berikut ini:



Gambar 2. Diagram Alir

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perencanaan Elemen Struktur Atap Baja

Element struktur atap baja yang akan didesain antara lain gording, penggantung gording, kuda-kuda balok, kolom, sambungan dan angkur. Desain element struktur atap baja tersebut mengacu pada SNI 1729-2020.

1. Desain Struktur Gording

Dari hasil perhitungan baik manual maupun otomatis diperoleh penggunaan gording yang cocok dengan perencanaan tersebut adalah Profil Light Lip Channel 250x75x20x4,5. Dengan kontrol profil terhadap momen:

$$\frac{19,84}{0,9 \times 22,76} < 1 \sim 0,968 < 1 \tag{1}$$

2. Dari hasil perhitungan baik manual maupun otomatis diperoleh penggunaan penggantung gording yang cocok dengan perencanaan tersebut adalah Profil Tulangan D10. Dengan kontrol profil terhadap momen:

$$\frac{7,92}{16,956} < 1 \sim 0,467 < 1 \tag{2}$$

- Dari hasil perhitungan baik manual maupun otomatis diperoleh penggunaan kuda-kuda balok yang cocok dengan perencanaan tersebut adalah Profil IWF 300.150.6,5.9. Dengan kontrol profil terhadap momen:

$$\frac{21,27}{0,9 \times 125,28} < 1 \sim 0,189 < 1 \quad (3)$$

- Dari hasil perhitungan baik manual maupun otomatis diperoleh penggunaan kolom yang cocok dengan perencanaan tersebut adalah Profil IWF 350.350.12.19. Dengan kontrol profil terhadap momen:

$$\frac{37,27}{0,9 \times 598,32} < 1 \sim 0,069 < 1 \quad (4)$$

- Dari hasil perhitungan baik manual maupun otomatis diperoleh desain baut memakai D16 mm (ASTM F3125) dan memiliki jumlah baut pada batang geser 4 buah dan pada batang tarik 4 buah. Dengan kontrol kuat geser dan kuat tarik baut terhadap momen:

$$\phi R_n > V_{ubaut} = 7776 > 2755 \quad (5)$$

$$\phi R_n > T_{ubaut} = 2732,70 > 750 \quad (6)$$

- Dari hasil perhitungan baik manual maupun otomatis diperoleh penggunaan tulangan angkur D16 mm (ASTM F3125) dan panjang angkur menggunakan L_a yaitu 400 mm. Dengan kontrol kuat geser dan kuat tarik baut terhadap momen:

$$\phi V_{u1} > V_{ubaut} = 2180 N \leq 30144 N \quad (7)$$

$$\phi T_{u1} > T_{ubaut} = 17678,567 N \leq 67500 N \quad (8)$$

Perencanaan Elemen Struktur Beton Bertulang

Elemen struktur beton bertulang yang akan didesain antara lain struktur pelat atap, struktur pelat lantai, struktur balok induk, struktur balok anak, struktur kolom utama, dan struktur tangga. Desain elemen struktur Gedung Laboratorium dan Bengkel Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang berbasis Robot Structural Analysis 2021, Revit 2021 dan mengacu pada SNI 2847: 2019.

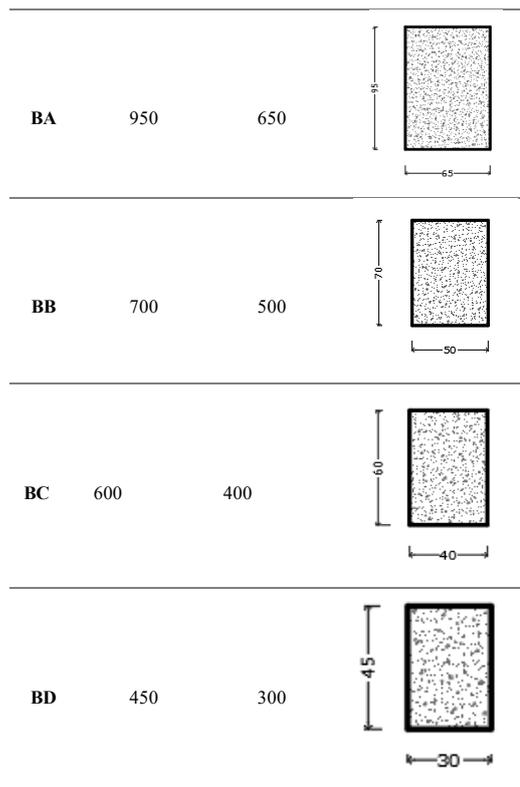
1. Preliminary Design

a. Balok

Menurut SNI 2847: 2019 pasal 9.3.1.1, untuk balok nonprategang yang tidak bertumpu atau melekat pada partisi atau konstruksi lain yang mungkin rusak akibat lendutan besar, ketebalan keseluruhan pelat h tidak boleh kurang dari batas minimum, kecuali jika hasil hitungan pada batas lendutan terpenuhi. Berikut merupakan cara untuk menentukan dimensi awal balok induk, dan balok anak menurut SNI 2847: 2019 pasal 9.3.1.1 tabel 9.3.1.1:

Table 1 Dimensi Balok

Jenis	Tinggi (mm)	Lebar (mm)	Gambar
			Balok



Sumber: Hasil Perhitungan

b. Pelat

Komponen struktur beton bertulang yang mengalami lentur harus direncanakan agar mempunyai kekakuan yang cukup untuk membatasi defleksi atau deformasi layan struktur pada beban kerja. Berikut merupakan cara untuk menentukan tebal pelat lantai menurut peraturan SNI 2847:2019 pasal 8.3.1.1 tabel 8.3.1.1:

Table 2 Dimensi Pelat Lantai

Jenis	L_y (cm)	L_x (cm)	L_y/L_x	Klasifikasi	Tebal (cm)
Pelat Lantai S1,SA1	6000	4120	1,45	Two Way	12
Pelat Lantai S2,SA2	6000	3600	1,60	Two Way	12

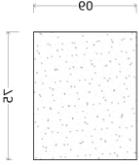
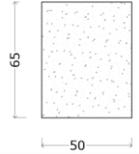
Sumber: Hasil Perhitungan

c. Kolom

Bentuk penampang kolom pada bangunan gedung ini berbentuk persegi dengan lebar dan tinggi penampang kolom berukuran sama ($b=h$). Desain dimensi penampang kolom terbagi menjadi Kolom Eksterior dan Kolom Interior. Ukuran kolom berbentuk tipikal mulai dari basement sampai atap, berikut merupakan hasil dari perencanaan desain kolom:

Table 3 Dimensi Kolom

Jenis Kolom	Dimensi		Gambar Kolom
	b (cm)	h (cm)	

Kolom Interior (K2)	60	75	
Kolom Eksterior (K1)	50	65	

Sumber: Hasil Perhitungan

d. Tangga

Tangga yang didesain merupakan tangga untuk pengunjung yang berjumlah satu unit pada sisi kanan dan kiri gedung. Berikut merupakan data perencanaan dan perhitungan dimensi tangga:

Table 4 Dimensi Pelat Tangga

Jenis	Ly (cm)	Lx (cm)	Ly/lx	Klasifikasi	Tebal (cm)
Pelat Tangga	395	172	2,07	One Way	24
Pelat Bordes	420	216	1,94	Two Way	24

Sumber: Hasil Perhitungan

2. Pembebanan

Perhitungan pembebanan struktur diambil sesuai dengan SNI 1727: 2020 Pedoman Pembebanan Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain untuk beban hidup serta ASCE 7-10 untuk berat sendiri material dan berat komponen gedung (beban mati tambahan). Sedangkan untuk beban gempa diambil sesuai dengan SNI 1726: 2019 Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung wilayah gempa Malang.

a. Beban Mati (*Dead Load*)

- i. Berat sendiri struktur portal merupakan berat material struktur utama bangunan yaitu beton bertulang. Beban material beton bertulang dihitung secara otomatis menggunakan bantuan software Robot Structural Analysis 2021.
- ii. Beban mati tambahan pada pelat lantai struktur gedung laboratorium dan bengkel jurusan teknik elektronika politeknik negeri malang direncanakan sebesar 2,368 kN/m²
- iii. Beban mati tambahan pada pelat atap struktur gedung laboratorium dan bengkel jurusan teknik elektronika politeknik negeri malang direncanakan sebesar 0,418 kN/m²
- iv. Beban mati tambahan pada pelat tangga struktur gedung laboratorium dan bengkel jurusan teknik elektronika politeknik negeri malang direncanakan sebesar 2,21 kN/m²

b. Beban Hidup (*Live Load*)

Beban hidup per m² untuk perlantai diketahui sebagai berikut, Lantai 1 sebesar 42,64 kN/m², Lantai 2 sebesar 35,93 kN/m², Lantai 3 sebesar 34,01 kN/m², Lantai 4 sebesar 11,50 kN/m², Tangga sebesar 1,33 kN, dan Atap sebesar 2,29 kN/m².

c. Beban Air Hujan (*Rain Load*)

Beban air hujan yang bekerja pada gedung sebesar 1,96 kN/m².

d. Beban Angin (*Wind Load*)

Beban angin yang digunakan adalah beban angin desain minimum yaitu sebesar 0,38 kN/m²

e. Beban Gempa (*Earthquake Load*)

- i. Dalam penelitian kali ini diambil nilai (SS) sebesar 0,864 g dan nilai (S1) sebesar 0,4041 g. Selanjutnya, kedua parameter percepatan gempa tersebut akan digunakan sebagai dasar perhitungan beban gempa menggunakan Robot Structural Analysis 2021.
- ii. Penetapan kategori risiko ditentukan berdasarkan fungsi bangunan itu sendiri yang selanjutnya akan digunakan untuk menentukan nilai faktor keutamaan gempa (I). Gedung ini direncanakan sebagai gedung kantor yang termasuk dalam kategori risiko II dan memiliki faktor keutamaan gempa (I) 1.
- iii. Didapatkan nilai Fa dan Fv sebesar 1,2 dan 1,5.
- iv. Didapatkan nilai S_{MS} dan S_{M1} sebesar 1,037 dan 0,606.
- v. Didapatkan nilai S_{DS} dan S_{D1} sebesar 0,691 dan 0,404.
- vi. Gedung ini termasuk dalam kategori desain seismic D.
- vii. Sistem struktur yang digunakan adalah Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK).
- viii. Didapatkan nilai CSpakai sebesar 0,116.
- ix. Total berat seismik efektif (W) gedung sebesar 51862,57 kN.
- x. Diperoleh gaya geser dasar seismik (V) sebesar 6020,49 kN.
- xi. Dalam penelitian kali ini digunakan nilai k sebesar 1,076.
- xii. Distribusi beban gempa lateral ekivalen dapat dilihat dalam tabel di bawah ini.

Table 5 Beban Gempa yang Direncanakan

Story	Total Wt	Tinggi (Hn)	h ^k	Wx . Hxk	Cvx	Fx=Fy
	kN	m	m	kN.m		kN
1	18.968.92	4.5	5.045	95697.22	0.174	1047.95
2	17.150.81	9	10.636	182.410.37	0.332	1997.52
3	13.940.63	13.5	16.453	229.361.95	0.417	2511.68

4	1.802.83	18.78	23.469	42.310.86	0.077	463.33
Total	51.863.19			549.780.40		6020.49

Sumber: Hasil Perhitungan

4. Desain Struktur Pelat Atap dan Lantai

Dari hasil perhitungan baik manual maupun otomatis diperoleh pelat atap tebal 120 mm dengan kebutuhan tulangan arah x dan tulangan arah y yang dapat dilihat pada **Tabel 6**.

Table 6 Penulangan Pelat yang Digunakan
HASIL AKHIR

No	Type	Tulangan				
		Mlx	Mly	Mtx	Mty	Tul. Bagi
1	B1	D10-150	D10-150	D10-150	D10-150	D8-200
2	B2	D10-150	D10-150	D10-150	D10-150	D8-200

Sumber: Hasil Perhitungan

5. Desain Struktur Balok

Dari hasil perhitungan baik manual maupun otomatis diperoleh balok dimensi 900/650, 700/500, 600/400, dan 400/350 dengan kebutuhan tulangan tumpuan, tulangan lapangan, dan tulangan geser yang dapat dilihat pada **Tabel 7**.

Table 7 Penulangan Balok yang Digunakan
HASIL AKHIR

Balok	Tarik		Tekan		Sengkang	
	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan	Tumpuan	Lapangan
BA	8 D 22	6 D 22	5 D 22	4 D 22	Ø12-100	Ø12-150
BB	7 D 16	4 D 16	5 D 16	3 D 16	Ø10-100	Ø10-150
BC	8 D 16	5 D 16	5 D 16	3 D 16	Ø10-100	Ø10-150
BD	4 D 16	3 D 16	3 D 16	2 D 16	Ø10-100	Ø10-150

Sumber: Hasil Perhitungan

6. Desain Struktur Kolom Interior dan Eksterior

Dari hasil perhitungan baik manual maupun otomatis diperoleh kolom dimensi 750/600, dan 650/500 dengan kebutuhan tulangan longitudinal dan tulangan transversal yang dapat dilihat pada **tabel 8**. Namun, yang perlu diingat bahwa penampang kolom 750/600, dan 650/500 berbentuk persegi panjang, sehingga penampang sisi yang lain atau sumbu lemah juga harus dikontrol dengan cara yang sama dengan menggunakan momen sumbu lemah.

Table 8 Tulangan Kolom yang Digunakan
HASIL AKHIR

Kolom	Tulangan	Sengkang	Sengkang
	Utama	Tumpuan	Lapangan
K1 (65X50)	28 D 22	Ø13 -100	Ø13 -150

K1 (75X60)	28 D 22	Ø13 -100	Ø13 -150
-------------------	---------	----------	----------

Sumber: Hasil Perhitungan

7. Desain Stuktur Tangga dan Bordes

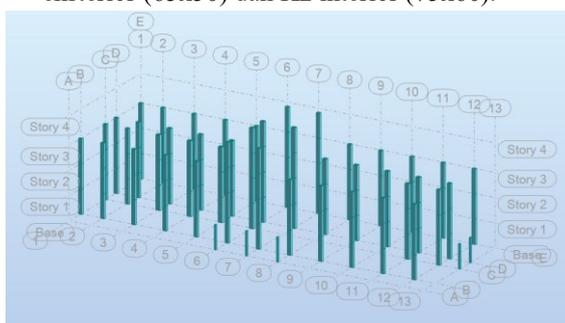
Dari hasil perhitungan diperoleh bordes dan pelat tangga tebal 240 mm menggunakan tulangan tangga one way D16 – 200, tulangan bordes two way D16 - 150 untuk area tarik bordes dan tulangan D16 - 150 untuk area tekan bordes.

Workflow BIM Permodelan Struktur

a. Permodelan Aplikasi Robot Structural Analysist 2021

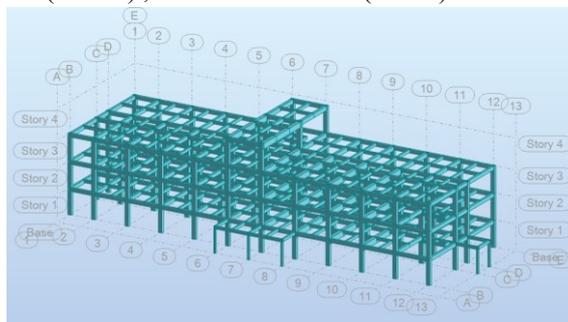
Setelah mendapatkan hasil dimensi pemakaian struktur dari perhitungan sebelumnya, maka hasil dari perencanaan tersebut kita modelkan menggunakan bantuan aplikasi robot structural 2021, berikut tahapan permodelan dari bawah ke atas membuat bangunan Gedung Laboratorium dan Bengkel Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang:

- i. Membuat dimensi kolom dan menempatkannya pada grid yang sudah dengan ukuran type K1 eksterior (65x50) dan K2 interior (75x60).



Gambar 1 Permodelan Kolom Pada Robot 2021

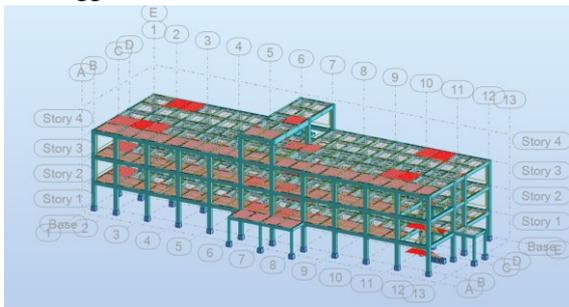
- ii. Membuat dimensi balok induk lalu menyambungkannya pada setiap kolom ke kolom dan balok anak disambungkannya pada balok ke balok dengan memiliki ukuran setiap tipe balok tersebut adalah BA (95x60) , BB (70X50), BC (60X40) ,dan balok anak BD (45x30).



Gambar 2 Permodelan Balok Pada Robot 2021

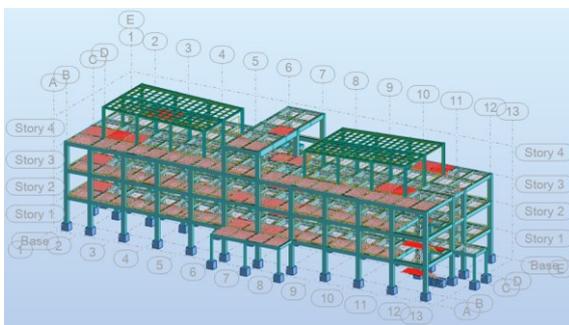
- iii. Setelah membuat dan meletakkan kolom dan balok lalu buat ukuran pelat serta tangga dan letakkan, dengan memiliki ukuran yang berbeda antara tebal pelat lantai dan pelat tangga yaitu

pelat lantai memiliki ketebalan 12 cm dan pelat tangga memiliki ketebalan 24 cm.



Gambar 3 Permodelan Pelat Lantai dan Tangga Pada Robot 2021

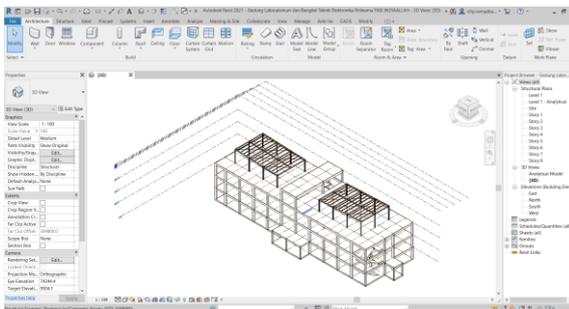
iv. Membuat rangka atap yang sudah dihitung dan direncanakan.



Gambar 4 Permodelan Atap Pada Robot 2021

b. Import Robot 2021 to Revit 2021

cara ini hanya bisa dilakukan jika versi robot dan revit itu di tahun yang sama, misal jika robot structural di tahun 2021 maka versi revit juga harus di 2021 agar berhasil ter import. Berikut adalah tampak bangunan dari import robot structural 2021 ke revit 2021:



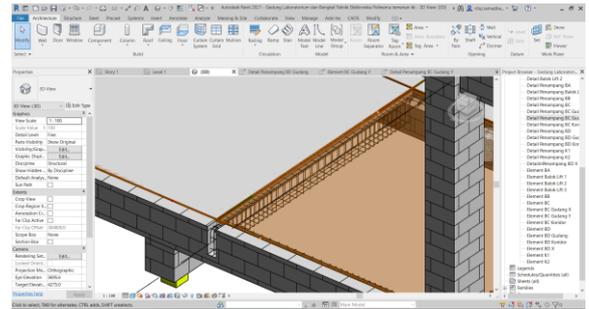
Gambar 5 Tampilan Isometri Bangunan Pada Aplikasi Revit 2021

c. Desain Penulangan Aplikasi Revit

Setelah dilakukannya import dari aplikasi robot 2021 ke aplikasi revit, dilakukannya desain penulangan pada aplikasi revit 2021 dengan tahapan penulangan sebagai berikut:

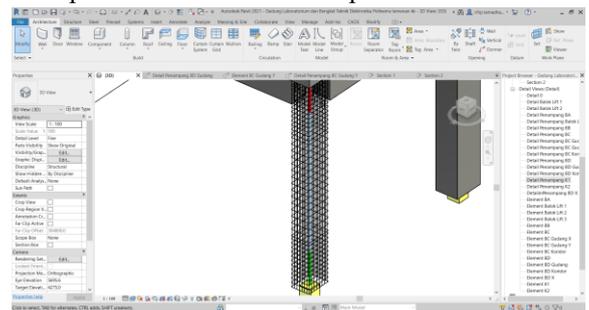
i. Penulangan Balok

Tulangan yang telah dipilih dapat diletakkan pada balok terkait sesuai perencanaan.



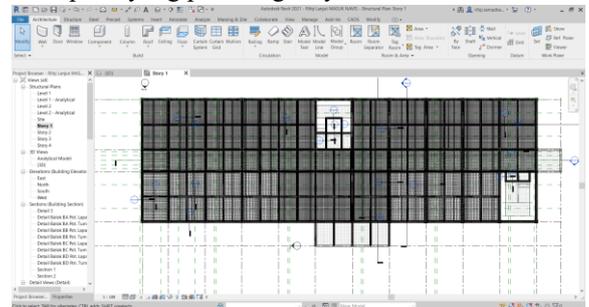
Gambar 6 Desain Penulangan Balok Revit 2021 ii. Penulangan Kolom

Tulangan yang telah dipilih dapat diletakkan pada kolom terkait sesuai perencanaan.



Gambar 7 Desain Penulangan Kolom Revit 2021 iii. Penulangan Pelat Lantai

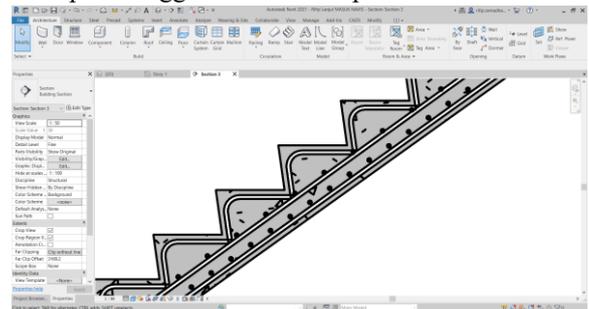
Tulangan yang telah dipilih dapat diaplikasikan pada pelat dengan cara yang sama ketika pengguna meletakkan struktur pelat sebelumnya. Berikut ini adalah tampak detailing pelat yang penulangannya sudah dimodelkan.



Gambar 8 Desain Penulangan Pelat Lantai Revit 2021

iv. Penulangan Tangga

Tulangan yang telah dipilih dapat diletakkan pada tangga terkait sesuai perencanaan.



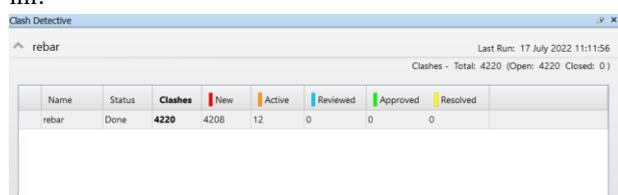
Gambar 9 Desain Penulangan Kolom Revit 2021

Clash Ditection dan Quantity Volume

Model bangunan yang dibangun sepenuhnya Perangkat lunak Revit dapat diekspor ke format NWC agar mudah dibaca. Mengizinkan masukan dari Navisworks Manage perangkat lunak. Anda juga dapat menggunakan fungsi crash Detektif termasuk dalam perangkat lunak Kelola Navisworks Mengidentifikasi konflik antara sistem bangunan.

1. Identifikasi Clash Detection dan Solusi

Identifikasi Clash Deetction ini mengidentifikasi Temuan clash atau konflik tulangan dengan menggunakan aplikasi navisworks pada perencanaan kali ini ditemukan sebanyak 4220 clashes antar tulangan yang dapat dilihat dari **Gambar 10**, dari clashes tersebut yang diidentifikasi adalah beberapa saja yaitu sebagai berikut ini:



Gambar 10 Clash detection antar sistem struktur

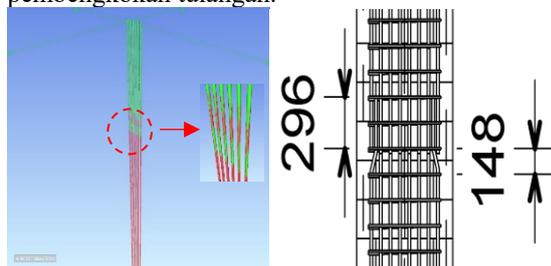
Berdasarkan identifikasi software tersebut, bagian yang mengalami konflik ada pada salah satu bagian dengan bagian yang lainnya. Pada jurnal ini saya hanya memberikan contoh 2 clash detection dari konflik yang terjadi pada sistem struktur rebar tersebut dapat dilihat pada beberapa gambar di bawah ini:

a. Rebar Coloumn to Column

Identifikasi clash detection yang didapatkan ini yaitu adalah terjadinya clash terhadap sesama tulangan kolom, dikarenakan tulangan kolom memiliki panjang maksimal adalah 12 m jadi setiap perdua belas meter tulangan tersebut akan mengalami clash antar rebar.

Solusi:

Membengkokkan salah satu tulangan utama agar tidak terjadinya clash, berikut hasil dari solusi pembengkokan tulangan.

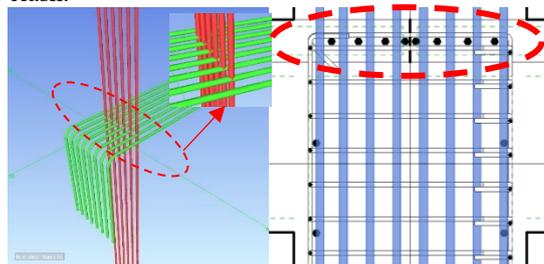


b. Rebar Coloumn to Beam

Identifikasi clash detection dibawah ini adalah clash yang terjadi pada tulangan utama balok dengan tulangan utama kolom pada sambungan antar kolom-balok, hal ini dapat terjadi dikarenakan kurangnya tekukan pada tulangan kolom atau balok dan juga kurangnya jarak antar tulangan.

Solusi:

Solusi yang paling efisien yang dapat digunakan pada permasalahan tersebut adalah merubah jarak antar tulangan utama dari balok agar tidak saling clash.



2. Perbandingan Quantity

Berikut ini hasil dari volume dan quantity pada Gedung Laboratorium dan Bengkel Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang dengan bantuan aplikasi revit 2021 yang masih clash detection.

a. Berikut ini hasil dari volume dan quantity perbandingan pada Gedung Laboratorium dan Bengkel Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang dengan bantuan aplikasi revit 2021 antara volume terdapat clash dan volume setelah perbaikan clash, berikut adalah hasil tabel rekap dari perbandingan tersebut:

HASIL AKHIR			
Jenis Rekap	Volume Beton (m3)	Volume Profil Baja (kg)	Berat Tulangan (kg)
Setelah	2104.44	54205.63	229130.19
Solusi			
Saat Clash	2104.44	54205.63	211164.98

Volume total dari masing-masing pekerjaan yaitu volume pekerjaan struktur beton sama antara terjadi clash dan setelah solusi yaitu sebesar 2104.44 m3 dan struktur rangka baja sebesar 54205.63 kg, serta hasil volume total tulangan antara terjadi clash dan setelah solusi sebesar 211164.98 kg dan 229130.19 kg.

b. Dari perhitungan volume yang masih ada clash detection dan volume yang sudah melakukan perbaikan clash detection dengan nominal sebesar sebagaimana di tabel atas maka setelah itu akan dibandingkan dengan melihat berapa selisih dari jumlah tulangan, panjang tulangan/12m, quantity, dan berat tulangan. Berikut adalah tabel akhir dari kesimpulan perbandingan kedua volume:

Table 9 Rekap Dari Selisih Volume Tulangan
REKAPITULASI PERBANDINGAN

Jenis Rekap	Jumla h	Panjang Tulangan (m)	Berat Tulangan (kg)
Saat Clash	4311	21614.978	211164.98
Setelah	4430	24405.538	229130.19
Solusi			
SELISIH	119	2790.56	17965.21

Sumber: Hasil Perhitungan

Dari hasil diatas bahwa sudah didapatkan jumlah, panjang tulangan, quantity dan berat tulangan total dari masing-masing jenis rekap volume pekerjaan yaitu memiliki nominal selisih sebesar, Jumlah: 119, Panjang Tulangan: 2790.56 m, dan Berat Tulangan 17965.21 kg. Setelah itu diperhitungkan perkiraan biaya dari perbandingan volume diatas menggunakan harga D16 yaitu sebesar Rp. 233.000, didapatkan jumlah biaya dari saat clash sebesar Rp. 2.733.413.353,- dan biaya total setelah clash sebesar Rp. 2.965.963.015,-. Selisih dari kedua biaya tersebut sebesar Rp. 232.549.662,-

4. KESIMPULAN

Kesimpulan harus ditulis berdasarkan hasil penelitian, pembahasan, dan temuan yang telah ditulis pada sebelumnya adalah sebagai berikut:

1. Hasil penggunaan profil baja yang digunakan pada perencanaan atap adalah sebagai berikut, gording memakai profil Light Lip Channel 250.75.20.4,5, penggantung gording menggunakan tulangan D10, balok menggunakan profil IWF 300.150.6,5.9 dan kolom menggunakan profil IWF 350.350.12.19.
2. Hasil dari perencanaan ulang diatas ditemukan tulangan-tulangan yang dipakai dari setiap element pelat, balok, kolom dan tangga yaitu sebagai berikut:
 - Pelat lantai dan atap menggunakan tulangan yang sama yaitu D10-150mm pada tumpuan dan lapangan arah x dan y, dengan tulangan bagi D8-200mm.
 - Balok
 - Balok tipe BA menggunakan tulangan tumpuan 8D22 dan 5D22, lapangan 6D22 dan 4D22, sertang sengkang D12-100 dan D12-150.
 - Balok tipe BB menggunakan tulangan tumpuan 7D16 dan 5D16, lapangan 4D16 dan 3D16, sertang sengkang D10-100 dan D10-150.
 - Balok tipe BC menggunakan tulangan tumpuan 8D16 dan 5D16, lapangan 5D16 dan 3D16, sertang sengkang D10-100 dan D10-150.
 - Balok tipe BD menggunakan tulangan tumpuan 4D16 dan 3D16, lapangan 3D16 dan 2D16, sertang sengkang D10-100 dan D10-150.
 - Kolom
 - Penggunaan tulangan longitudinal pada tipe kolom K1 dan K2 memiliki jumlah yang sama yaitu 28D22, sertang sengkang yang sama yitu D13-100 dan D13-150.
3. Dari penjelasan workflow mengenai BIM di atas bahwa, aplikasi robot difungsikan menggunakan permodelan dan analysist saja serta Aplikasi Revit 2021 dapat memodelkan struktur Gedung

Laboratorium dan Bengkel Jurusan Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang beserta tulangnya seperti pelat, kolom, balok anak, balok induk, serta komponen non-struktural seperti tangga.

4. Untuk dapat melakukan identifikasi clash detection pada Navisworks Manage tidak perlu melakukan pemodelan ulang, hanya cukup dengan menginput model yang sudah dibuat melalui Revit dan juga Navisworks Manage memberikan informasi detail mengenai konflik yang terjadi dalam bentuk tabel sehingga dapat dilihat kembali letak/koordinat bagian struktur yang mengalami konflik agar selanjutnya dapat diketahui letak kesalahannya sehingga dapat diputuskan untuk memperbaiki desain/merencanakan ulang. Hasil selisih yang didapatkan dari perbandingan perhitungan volume adanya clash dan setelah solusi memiliki nominal sebesar Jumlah: 119, Panjang Tulangan: 2790.56 m, dan Berat Tulangan 17965.21 kg, itu berarti adanya pemberian solusi pada clash detection rebar membuat hasil volume menjadi besar.

5. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Standarisasi Nasional. 2019. Standar Nasional Indonesia 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. Jakarta.
- [2] Badan Standarisasi Nasional, 2020. Beban Desain Minimum Dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung Dan Struktur Lain Sni 1727:2020. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- [3] Huzaini, Syahrul. "Penerapan Konsep Building Information Modelling (Bim) 3d Dalam Mendukung Pengestimasian Biaya Pekerjaan Struktur." (2021).
- [4] I. Sa'ud and I. P. A. Wiguna, "Penentuan Alternatif Penanggulangan Genangan Akibat Peubahan Tataguna Lahan di Wilayah Surabaya," in *Prosiding Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVII*, 2013, p. B-6-1-B-6-8.
- [5] Direktorat Penyelidik Masalah Bangunan, Bandung.1983, Peraturan Pembebanan Indonesia Untuk Gedung 1983.Bandung. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- [6] A. Soedradjat Sastraatmaja. 1984, "Analisa Anggaran Biaya pelaksanaan", Penerbit Nova, Bandung.
- [7] 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