

PERENCANAAN STRUKTUR GEDUNG PERKULIAHAN UNIVERSITAS ISLAM BALITAR KOTA BLITAR

Faza Tegar Parefi¹, Nawir Rasidi², Armin Naibaho³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Malang^{2,3}

fazategar@gmail.com¹, nawir.rasidi@polinema.ac.id², ar_naibaho@yahoo.com³

ABSTRAK

Pengaplikasian konsep *Building Information Modelling* (BIM) pada perhitungan Struktur Gedung Perkuliahan Universitas Islam Balitar Kota Blitar ini berupa pengintegrasian antara aplikasi Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2019 (RSAP 2019) dengan Autodesk Revit 2019. Tujuan dari skripsi ini adalah mengetahui hasil analisis dan desain elemen struktur atap *gable frame*, balok, kolom, pelat lantai, tangga, *shearwall*, *bored pile*, dan *pile cap* gedung. Analisis dan desain elemen struktur beton bertulang menggunakan *software* RSAP 2019 sedangkan untuk *rebar detailing* dan *quantity takeoff* menggunakan *software* Revit 2019. Diperoleh hasil perhitungan sebagai berikut: Gording menggunakan CNP 150.65.20. Trekstang baja $\phi 10$. Kuda-kuda dan kolom profil IWF 300.150.5,6,9. Pelat lantai tulangan arah X dan Y sebesar D13 – 60. Balok 250/500 dengan tulangan tarik 6D22 dan tulangan tekan 3D22. Balok 200/350 dengan tulangan tarik 4D19 dan tulangan tekan 2D19. Kolom 500/500 dengan tulangan 20D25. *Tiebeam* 250/400 didesain balok rangkap dengan tulangan 2D19. Tangga dengan tulangan D13 – 140. Pondasi digunakan 4 tiang diameter 40 cm, kedalaman 600 cm, dengan tulangan 12D22. *Pilecap* dengan tulangan tarik D16 – 150 dan tulangan tekan D13 – 50. *Shearwall* menggunakan tulangan D25-250.

Kata kunci : *Building Information Modeling* (BIM); Perencanaan Struktur; Struktur Atap Baja; Struktur Beton Bertulang.

ABSTRACT

Building Information Modelling (BIM) concept of Balitar University of Blitar structural analysis is to integrating two engineering software between Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2019 (RSAP 2019) and Autodesk Revit 2019. The purpose of this thesis is to find out the results of the analysis and design of the structural elements of the *gable frame* roofing structure, beams, columns, floor slabs, stairs, *shearwall*, *bored piles*, and *pilecaps*. Analysis and design of reinforced concrete structural elements using the RSAP 2019 software and for *rebar detailing* and *quantity takeoff* using the Revit 2019 software. The results of the calculation are following: Gording using CNP 150.65.20. Sag rods $\phi 10$. Easel and profile column IWF 300.150.5,6,9. Reinforcement floor slab in the X and Y directions are using D13 – 60. Beam 250/500 with tensile reinforcement 6D22 and compression reinforcement 3D22. Beam 200/350 with 4D19 tensile reinforcement and 2D19 compression reinforcement. Column 500/500 with steel reinforcement using 20D25. *Tiebeam* 250/400 designed double beam with 2D19 steel reinforcement. Stairs slab with reinforcement D13 – 140. The foundation used 4 piles with a diameter of 40 cm, a depth of 600 cm, with 12D22 steel reinforcement. *Pilecap* with tensile reinforcement D16 – 150 and compression reinforcement D13 – 50. *Shearwall* using D25-250 reinforcement.

Keywords : *Building Information Modeling* (BIM); Structural Analysis; Roofing Steel Structures; Reinforced Concrete Structures.

1. PENDAHULUAN

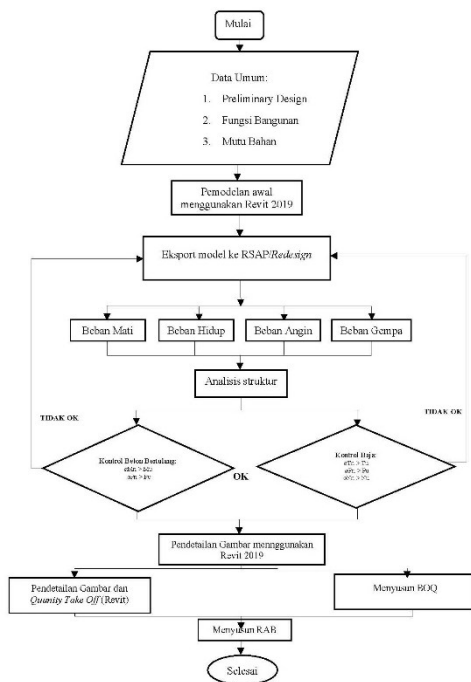
Perencanaan struktur secara garis besar dapat dilakukan melalui dua tahapan yakni menentukan gaya-gaya dalam yang bekerja pada struktur tersebut dengan menggunakan metode-metode analisa struktur yang tepat dan menentukan

dimensi atau ukuran tiap elemen struktur secara ekonomis dengan mempertimbangkan faktor keamanan, stabilitas, kemampuan, serta fungsi dari struktur tersebut. Setiap komponen struktur harus dirancang mampu untuk memikul beban yang lebih besar dari beban layan atau aktual guna

memberikan jaminan keamanan, terhadap kegagalan struktur. Idealnya tiap-tiap elemen struktur dengan nilai kapasitas atau kuat nominal yang telah direduksi tetap harus lebih besar dari jumlah beban yang bekerja meskipun telah dikalikan faktor beban. Elemen struktur harus mampu menahan gaya-gaya seperti aksial/tekan, tarik, geser, lentur, dan puntir. Dengan terpenuhinya syarat tersebut maka keamanan, dan kenyamanan bangunan dapat terpenuhi.

Dalam penelitian ini juga akan mengaplikasikan *Building Information Modeling* (BIM) Level 2 yaitu mengintegrasikan model 3D (BIM 3D) dengan biaya (BIM 5D) menggunakan dua aplikasi utama yaitu Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2019 dan Autodesk Revit 2019. Tiap aplikasi memiliki peran masing-masing. Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2019 (RSAP) berperan sebagai aplikasi analisis struktur yang mempunyai *output* gaya-gaya dalam, sedangkan Revit sebagai aplikasi *modelling* 3D yang memberi *output* gambar denah, potongan, detail, dan *quantity*. Kedua aplikasi ini dapat membantu penyelesaian suatu proyek mulai dari proses pemodelan, analisis struktur, *drawing*, *detailing*, dan menghitung volume material menjadi lebih terintegrasi. Kemampuan kedua aplikasi ini terbukti memberikan keuntungan jangka panjang berupa peningkatan produktivitas dalam proses desain dan konstruksi.

2. METODE



Gambar 1. Bagan Alir Perencanaan Struktur Gedung
Sumber : Hasil Perencanaan

Data primer yang berupa data teknis merupakan sebuah asumsi awal untuk perencanaan gedung perkuliahan Universitas Islam Balitar Kota Blitar. Selanjutnya setelah dilakukan pemodelan sesuai dengan data teknis maka akan

dilakukan analisis. Sedangkan data sekunder yang dimaksud adalah data sondir yang akan digunakan sebagai parameter dalam perencanaan struktur bawah yaitu pondasi *bored pile*.

Setelah semua data yang dibutuhkan terkumpul, kemudian dilakukan analisa dan pengolahan data yaitu *preliminary design* dengan mengacu pada SNI-2847-2019 untuk beton bertulang dan SNI-1729-2020 untuk baja struktural. Tujuan dilakukannya *preliminary design* ialah untuk menentukan dimensi awal elemen struktur. Selanjutnya dilakukan analisis elemen struktur menggunakan *software* Robot Structural Analysis Professional 2019 (RSAP 2019) untuk mendapatkan dimensi elemen struktur yang lebih kuat dan efisien. Pada saat melakukan analisis juga diberikan pembebanan dengan mengacu pada SNI-1727-2020. Sedangkan untuk perencanaan ketahanan gempa mengacu pada SNI-1726-2019.

Setelah mendapatkan dimensi yang mumpuni, maka selanjutnya dilakukan integrasi struktur yang telah dibuat dalam *software* RSAP 2019 kedalam *software* Revit 2019 sehingga tidak diperlukan pemodelan ulang pada *software* Revit 2019. Pada saat dilakukan import modeling dipastikan semua elemen – elemen yang didesain sudah sesuai dengan material yang ada pada *software* Revit 2019.

Setelah dilakukan import pemodelan struktur pada *software* Revit 2019, maka selanjutnya dilakukan *modelling* untuk detail penulangannya dengan cara memasukkan tulangan sesuai dengan hasil analisis pada *software* Robot Structural Analysis Professional 2019 sebelumnya. Selain detail penulangan, juga dilakukan perhitungan volume elemen – elemen struktur atau yang biasa disebut *quantity takeoff* untuk perhitungan rencana anggaran biayanya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN
Preliminary Design Elemen Struktur

1. Dimensi Gording

Gording menggunakan profil *Light lip channel* berukuran 150.65.20.3,2

2. Dimensi Trekstang

Trekstang dicoba menggunakan $\phi 10$

3. Dimensi Kuda-kuda

Kuda-kuda direncanakan menggunakan baja profil IWF 300.150.5,6,9.

4. Dimensi Kolom Baja

Kolom baja direncanakan menggunakan baja profil IWF 300.150.5,6,9.

5. Dimensi Balok

Berikut merupakan persyaratan untuk menentukan dimensi awal balok induk, dan balok anak menurut SNI 2847:2019 pasal 9.3.1.1 tabel 9.3.1.1:

1. Dimensi awal balok induk (B1)

$$h = \frac{l}{18,5} = \frac{6000}{18,5} = 297,3 \approx 500 \text{ mm} \tag{1}$$

$$b = \frac{h}{2} = \frac{500}{2} = 250 \text{ mm} \quad (2)$$

6. Dimensi Plat

Berikut menentukan tebal plat lantai menurut peraturan SNI 2847 : 2019 pasal 8.3.1.1:

1. Pada tepi balok induk (B1)

$$\alpha_{f1} = \frac{E_{cb}I_b}{E_{cs}I_s} = \frac{I_b}{I_s} = \frac{1/12 \cdot 250 \cdot 500^3}{1/12 \cdot 5500 \cdot 120^3} = 3,29 \quad (3)$$

2. Rasio kekuatan rata-rata

$$\alpha_{tm} = \frac{3,29 + 1,85}{2} = 2,57 \quad (4)$$

Dikarenakan $\alpha_{tm} > 2$ maka dipakai persamaan sebagai berikut:

$$h_{min} = \frac{l_n(0,8 + \frac{f_y}{1400})}{36 + 9\beta} = \frac{550(0,8 + \frac{400}{1400})}{36 + 9 \cdot 1,22} = 127,10 \text{ mm} \quad (5)$$

7. Dimensi Kolom

Dimensi kolom direncanakan dengan cara menghitung beban mati dan beban hidup yang oleh kolom paling bawah sehingga ditemukan luas penampang minimal kolom yang boleh digunakan.

a. Dimensi awal

$$A_{gmin} = \frac{1\% \cdot 12 \cdot 27,5}{18} = 0,183 \text{ m}^2 \quad (6)$$

b. Dengan $A_{gmin} = 0,18 \text{ m}^2$, maka dapat dicoba dimensi kolom sebesar 500/500

$$A_{gkolom} = b \cdot h \quad (7)$$

$$A_{gmin} = 0,5 \cdot 0,5 \quad (8)$$

$$A_{gmin} = 0,250 \text{ m}^2 \quad (9)$$

c. Dengan $A_g \text{ kolom} = 0,25 \text{ m}^2 > A_g \text{ min} = 0,183 \text{ m}^2$, maka dapat digunakan dimensi kolom struktur sebesar 500/500

8. Dimensi Dinding Geser

Karena pada gedung ini fungsi dinding geser adalah sebagai core wall, maka digunakan tipe dinding tumpu menggunakan perhitungan (b) sebagai berikut:

$$T \geq H/25 \quad \text{maka, } \frac{4200}{25} = 168 \text{ mm} \approx 170 \text{ mm} \quad (10)$$

$$T \geq H/25 \quad \text{maka, } \frac{6000}{25} = 240 \text{ mm} \quad (11)$$

Maka digunakan tebal dinding geser 250 mm.

Pembebanan Struktur

Perhitungan pembebanan struktur menggunakan SNI-1727: 2020 Pedoman Pembebanan Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain untuk beban hidup serta SNI-8900:2020 dan PPPURG 1987 untuk berat sendiri material. Sedangkan untuk beban gempa diambil sesuai dengan SNI-1726:2019. Beban yang bekerja pada gedung Perkuliahan Universitas Islam Balitar Kota Blitar adalah sebagai berikut:

1. Beban Mati (*Dead Load*)

- a. Berat sendiri struktur beton bertulang dihitung secara otomatis menggunakan *software* RSAP 2019.
- b. Beban mati tambahan tiap 1 lantai pada lantai 2-4 berupa spesi sebesar 31,5 kg/m², keramik sebesar 43,5 kg/m², MEP sebesar 19 kg/m², plafond sebesar 7 kg/m².
- c. Beban mati tambahan pada atap berupa atap aluminium sebesar 10 kg/m².

2. Beban Hidup (*Life Load*)

Beban hidup yang bekerja berada di beberapa unsur pada gedung seperti berikut: Koridor diatas lantai 1 sebesar 3,83 kN/m², koridor diatas lantai 2 sebesar 4,79 kN/m², ruang kelas sebesar 1,92 kN/m², Tangga 4,79 kN/m², atap sebesar 0,96 kN/m².

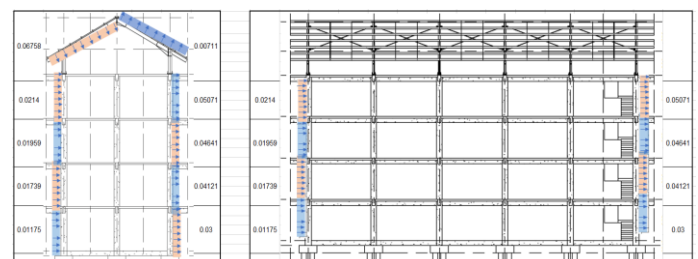
3. Beban Angin (*Wind Load*)

Beban angin dihitung secara manual menggunakan Microsoft Excel dengan mengacu pada SNI-1727-2018 "Beban Minimum Gedung dan Struktur Lain". Parameter tekanan angin desain (P) seperti K_z dan q diambil berdasarkan ketinggian tiap lantai. Maka perlu dihitung tekanan angin desain tiap lantai, dengan parameter seperti: Koefisien tekanan velositas (K_z), Faktor topografi tertentu (K_{zt}), Faktor arah angin (K_d), Kecepatan arah angin dasar (V), Faktor Tiupan (G), Faktor distribusi (C_p), Tekanan internal dalam bangunan (q_i), Koefisien tekanan internal ($G_{c,pi}$).

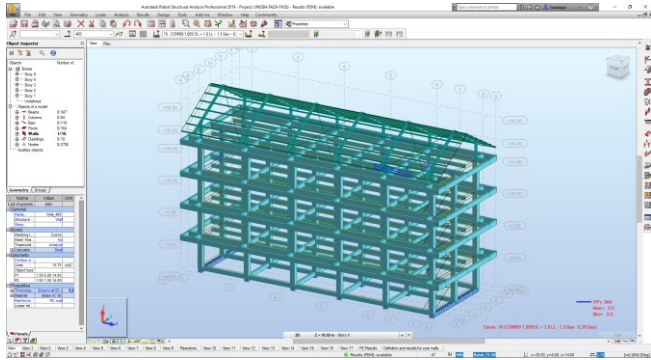
Tabel 1. Analisis Pembebanan Angin menurut SNI-1727 2013

Arah angin	Lantai	Tinggi	Kz	Kzt	Kd	V m/s	qz
Angin datang	1	3.50	0.43	1.00	0.85	20.00	90.39
	2	7.00	0.64	1.00	0.85	20.00	133.81
	3	10.50	0.72	1.00	0.85	20.00	150.70
	4	14.00	0.79	1.00	0.85	20.00	164.65
	Atap	18.50	0.85	1.00	0.85	20.00	177.84
Angin pergi	1	3.50	0.43	1.00	0.85	20.00	90.39
	2	7.00	0.64	1.00	0.85	20.00	133.81
	3	10.50	0.72	1.00	0.85	20.00	150.70
	4	14.00	0.79	1.00	0.85	20.00	164.65
	Atap	18.50	0.85	1.00	0.85	20.00	177.84
Arah angin	G		Cp	GCpi	P N/m2	P kN/m2	
	Angin datang	0.85	0.8	0.55	11.75	0.01	
Angin datang		0.85	0.8	0.55	17.39	0.02	
		0.85	0.8	0.55	19.59	0.02	
		0.85	0.8	0.55	21.40	0.02	
		0.85	0.2	0.55	-67.58	-0.07	
		0.85	-0.28	-0.55	27.84	0.03	
Angin pergi		0.85	-0.28	-0.55	41.21	0.04	
		0.85	-0.28	-0.55	46.41	0.05	
		0.85	-0.28	-0.55	50.71	0.05	
		0.85	-0.6	-0.55	7.11	0.01	

Sumber : Hasil Perencanaan

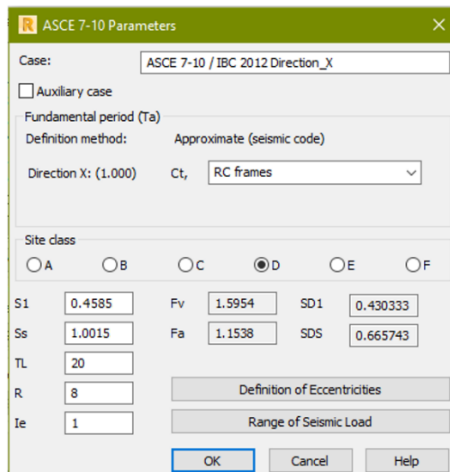


Gambar 2. Visualisasi Beban Angin SNI-1727 2013
 Sumber : Hasil Perencanaan



Gambar 3. Implementasi Beban Angin pada RSAP 2019
 Sumber : Dokumen Penulis

4. Beban Air Hujan (*Rain Load*)
 Beban air hujan yang bekerja pada gedung sesuai SNI-1727-2013 sebesar $0,49 \text{ kN/m}^2$.
5. Beban Gempa (*Earthquake Load*)
 Untuk beban gempa dihitung secara otomatis menggunakan *software* RSAP 2019 dengan memasukkan data S_1 , S_s , T_L , R , dan I_e pada Kota Blitar sebesar $0,4585$; $1,0015$; 20 , 8 , dan 1 .



Gambar 4. Perhitungan Beban Gempa pada *Software* RSAP 2019.

Sumber: Data Penulis

6. Kombinasi Pembebanan
 Struktur dan komponen struktur harus direncanakan hingga semua penampang mempunyai kuat rencana minimum sama dengan kuat perlu yang dihitung berdasarkan kombinasi beban dan gaya terfaktor. Kombinasi beban dihitung secara otomatis menggunakan *software* RSAP 2019 dengan mengacu pada SNI-1727: 2020.

Perencanaan Elemen Struktur

Desain elemen struktur gedung perkuliahan Universitas Islam Balitar Kota Blitar berbasis RSAP 2019 dan mengacu pada SNI-1729: 2020 untuk struktru baja dan SNI-2847: 2019 untuk beton bertulang adalah sebagai berikut.

1. Desain Struktur Gording
 Profil *light lip channel* 150.65.20.3,2 dinyatakan **OK** dan aman untuk dipakai.
2. Desain Trekstang
 Trekstang $\phi 10$ dinyatakan **OK** dan aman untuk dipakai.
3. Desain Kuda-kuda
 Kuda-kuda baja profil IWF 300.150.5,6,9. dinyatakan **OK** dan aman untuk dipakai.
4. Desain Kolom Baja
 Kolom baja profil IWF 300.150.5,6,9. dinyatakan **OK** dan aman untuk dipakai.
5. Desain Struktur Balok

Dari hasil analisis dan perhitungan diperoleh balok dimensi 250/500 dan 200/350 dengan penulangan sebagai berikut.

Tabel 2. Penulangan Struktur Balok

Balok	Tumpuan			Lapangan		
	Tarik	Tekan	Geser	Tarik	Tekan	Geser
250/500	6D22	3D22	D13-100	6D22	3D22	D13-150
200/350	4D19	2D19	D10-50	4D19	2D19	D10-150

Sumber: Hasil Perhitungan

6. Desain Struktur Plat Lantai
 Dari hasil analisis dan perhitungan diperoleh pelat lantai dengan tebal 130 mm dengan penulangan sebagai berikut.

Tabel 3. Penulangan Struktur Pelat Lantai

Tebal	Arah X	Arah Y
130	D13-60	D13-60

Sumber: Hasil Perhitungan

7. Desain Struktur Kolom
 Dari hasil analisis dan perhitungan diperoleh dimensi 500/500 dengan penulangan sebagai berikut.

Tabel 4. Penulangan Struktur Kolom

Longitudinal	Transversal	
	Tumpuan	Lapangan
20D25	D13-150 (2 kaki)	D13-150

Sumber: Hasil Perhitungan.

8. Desain Struktur *Shearwall*
 Dari hasil analisis dan perhitungan diperoleh tebal *shearwall* sebesar 250 mm dengan penulangan sebagai berikut.

Tabel 5. Penulangan Struktur *Shearwall*

Tebal	Arah X	Arah Y
250	D25-250	D25-250

Sumber: Hasil Perhitungan.

9. Desain Struktur Tangga

Dari hasil analisis dan perhitungan diperoleh tebal tangga dan bordes sebesar 200 mm dengan penulangan sebagai berikut.

Tabel 6. Penulangan Struktur Tangga

Tebal	Arah X	Arah Y
200	D13-140	D13-140

Sumber: Hasil Perhitungan.

10. Daya Dukung Pondasi *Bored Pile*

Dari hasil perhitungan dan analisis diperoleh kekuatan per tiang dan jumlah tiang yang dibutuhkan pada masing – masing pilecap sebagai berikut.

Tabel 7. Daya Dukung Pondasi *Bored Pile*

Qu (kN)	Qall (kN)	Jumlah
151,750	78,80	4

Sumber: Hasil Perhitungan.

11. Desain Struktur Pondasi *Bored Pile*

Dari hasil perhitungan dan analisis untuk *bored pile* diameter 400 mm dengan panjang 7000 mm digunakan penulangan sebagai berikut.

Tabel 8. Penulangan pada Struktur *Bored Pile*

Utama	Senggang (Spiral)
12D22	D13-50

Sumber: Hasil Perhitungan.

12. Desain Struktur *Pile Cap*

Dari hasil perhitungan dan analisis untuk struktur *pilecap* didapatkan dimensi sebesar 1500/1500 mm dengan penulangan sebagai berikut.

Tabel 9. Penulangan Struktur *Pilecap*

Tebal	Tarik	Tekan
600	D25-100	D25-100

Sumber: Hasil Perhitungan.

13. Desain Struktur *Tie Beam*

Dari hasil perhitungan dan analisis untuk struktur *tie beam* didapatkan dimensi sebesar 300/400 mm dengan penulangan sebagai berikut.

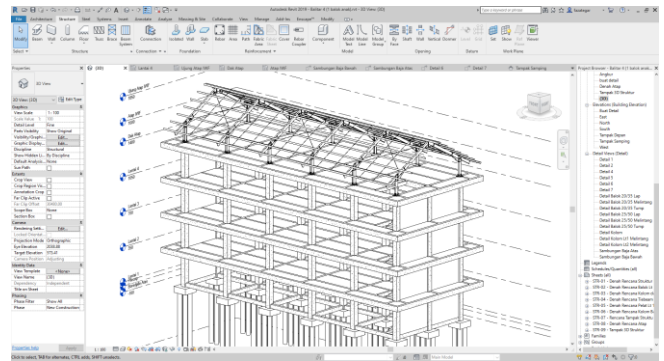
Tabel 10. Penulangan Struktur *Tie Beam*

Tumpuan			Lapangan		
Tarik	Tekan	Geser	Tarik	Tekan	Geser
2D19	2D19	D10-80	2D19	2D19	D10-150

Sumber: Hasil Perhitungan.

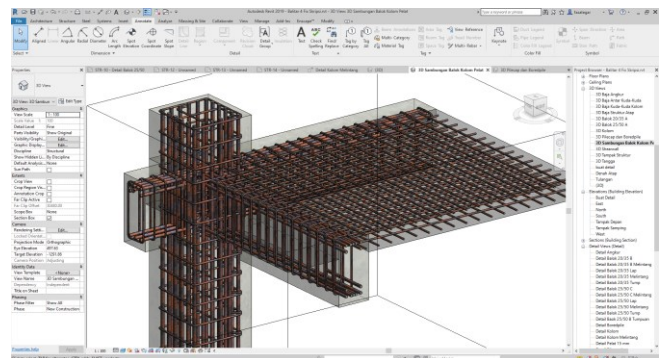
Integrasi Model Software Revit 2019

Agar penggunaan BIM dapat terimplementasi dengan benar, maka pemodelan pada Revit 2019 tidak dilakukan dari awal lagi, melainkan cukup dilakukan integrasi model dari RSAP 2019 menuju Revit 2019. Hasil integrasi ini ialah model dan material yang sebelumnya sudah dimodelkan secara otomatis pada *software* RSAP 2019 dapat terintegrasi kedalam Revit 2019. Langkah selanjutnya ialah melakukan penggambaran detail penulangan (*Rebar Detailing*) menggunakan Revit 2019. Tulangan didetailkan sesuai dengan hasil perhitungan kebutuhan tulangan yang telah dianalisis sebelumnya.



Gambar 5. Hasil Integrasi Model RSAP 2019 ke Revit 2019

Sumber: Dokumen Penulis.

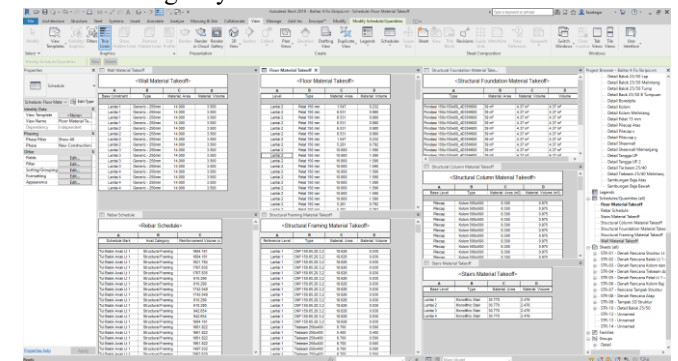


Gambar 6. Rebar Detailing pada Revit 2019

Sumber: Dokumen Penulis.

Perhitungan Rencana Anggaran Biaya

Perhitungan rencana anggaran biaya menggunakan implementasi BIM 5D dengan memanfaatkan *quality takeoff* pada aplikasi Revit 2019. Volume yang dihitung pada perencanaan ini ialah volume atap baja, beton, dan volume tulangannya.



Gambar 7. Quantity Takeoff Elemen Struktur pada Revit 2019.

Sumber: Dokumen Penulis.

Selanjutnya dapat dilakukan perhitungan analisa harga satuan pekerjaan gedung perkuliahan Universitas Islam Balitar Kota Blitar. Pekerjaan yang dihitung meliputi pekerjaan persiapan, pekerjaan tanah, dan pekerjaan struktur. Setelah dilakukan perhitungan analisa harga satuan

maka akan diperoleh nilai rekapitulasi rencana anggaran biaya seperti berikut.

Tabel 11. Rekapitulasi Rencana Anggaran Biaya

NO	URAIAN PEKERJAAN	BIAYA
A	PEK. PERSIAPAN	Rp. 171.966.362,00
B	PEK. STR. BAWAH	Rp. 1.484.255.110,00
C	PEK. STR. ATAS	Rp. 5.544.728.927,00
1	LANTAI 1	Rp. 1.314.267.109,00
2	LANTAI 2	Rp. 1.251.534.840,00
3	LANTAI 3	Rp. 1.251.534.840,00
4	LANTAI 4	Rp. 1.251.534.840,00
5	ATAP	Rp. 475.857.297,00
SUB JUMLAH		Rp. 7.200.950.398,00
PPN (10%)		Rp. 720.095.040,00
JUMLAH TOTAL		Rp. 7.921.045.438,00
PEMBULATAN		Rp. 7.922.000.000,00

Sumber: Hasil Perhitungan.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan diatas, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Struktur gording menggunakan profil CNP 150.65.20, ikat angin dan trekstang menggunakan baja $\phi 10$. Kuda-kuda beserta kolom menggunakan profil IWF 300.150.6,5.9.
2. Struktur pelat beton bertulang lantai dan atap dak tebal 130 mm, mutu beton 27 MPa, dan mutu baja 400 MPa menggunakan tul. Utama D13- 60 untuk arah x dan y. Balok induk 250/500, 27 MPa, dan baja tulangan 400 MPa pada daerah tumpuan didesain balok rangkap dengan tul. tarik 6D22 dan tekan 3D22. Sedangkan daerah lapangan balok T-Persegi dengan tul. tarik 6D22 dan tekan 3D22 mm. Struktur balok anak 200/350, 27 MPa, dan baja tul. 400 MPa daerah tumpuan didesain balok rangkap dengan tul. tarik 4D19 dan tu.tekan 2D19. Sedangkan pada daerah lapangan didesain sebagai balok T-Persegi dengan tul. tarik 4D19 dan tul. tekan 2D19. Untuk sengkang tumpuan digunakan tul. D10-50, sedangkan lapangan digunakan tul. D10-150. Struktur kolom 500/500, 30 MPa, dan tulangan 400 MPa menggunakan tul. 20D25. Untuk sengkang pada daerah tumpuan kolom digunakan tul. 13D-150 mm 4 kaki. Struktur tangga berupa bordes dan pelat tangga tebal 200 mm, mutu beton 30 MPa, dan mutu baja tulangan 400 MPa menggunakan penulangan D13-140 mm untuk arah x dan y. *Tiebeam* 250/400, mutu beton 27 MPa, dan mutu baja tulangan 400 MPa didesain sebagai balok rangkap 2D19 pada daerah tumpuan dan lapangan. Untuk sengkang pada daerah tumpuan balok digunakan tulangan D10-80, sedangkan pada daerah lapangan digunakan D10-150. Struktur shearwall tebal 250 mm, mutu beton 30

MPa, dan tulangan 400 MPa menggunakan penulangan D25-250.

3. Struktur pondasi *bored pile* diameter 400 mm, 30 MPa, dan baja 400 MPa menggunakan penulangan 12D22. Untuk sengkang spiral digunakan D13-50. Struktur *pile cap* 1500 x 1500 mm tebal 600 mm, 30 MPa, dan baja 400 MPa menggunakan penulangan D16-100 mm untuk area tarik dan tekan.
4. Implementasi *Building Information Modeling* (BIM) dengan mengintegrasikan aplikasi Autodesk Robot Structural Analysis Professional 2019 dengan Autodek Revit 2019 dalam perencanaan struktur Gedung Perkuliahan Universitas Islam Balitar Kota Blitar ini memberikan beberapa keuntungan, diantaranya adalah proses *modeling* struktur gedung yang hanya dilakukan sekali untuk beberapa fungsi mendesain, menganalisis, *detailing* elemen dan *quantity takeoff* elemen untuk menghitung volume. Hal ini dapat mempercepat proses perhitungan rencana anggaran biaya gedung dikarenakan tidak perlu menghitung volume pekerjaan secara manual.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ikhsan Rezki, Farni Indra, Mulyani Rini. 2019. Kajian Potensi Bangunan Building Information Modeling (BIM) Dalam Merencanakan Gedung di Indonesia. Universitas Bung Hatta Padang
- [2] Peraturan Pembebanan Indonesia untuk Gedung.1983. Yayasan Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan.
- [3] Rasidi, N., 2008. Pondasi Berongga. Politeknik Negeri Malang.
- [4] Rochman, T., Rasidi, N., Sumardi, E. N. C., & Priyanto, A., 2020. The Effect of Columns Configuration on High-rise Building Using Performance-based Design. *Civil Engineering and Architecture*, 8(6), 1144-1166.
- [5] Sangadji Senot, Kristiawan S.A., Kurniawan Inton. 2019. Pengaplikasian Building Information Modeling (BIM) Dalam Desain Bangunan Gedung. Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret.
- [6] Setiawan, Agus. 2016. Perencanaan Struktur Beton Bertulang berdasarkan SNI 2847: 2013. Erlangga. Jakarta.