

Implementasi BIM Dalam Estimasi QTO, RAB, Dan Analisis Struktur Menggunakan Revit Dan Robot Struktural Analysis (Gedung Asrama MAN 1 Langsa)

Torang Arianto Siboro¹, Haikal Fajri², Firdasari³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Universitas Samudra, Kota Langsa, Aceh, Indonesia

*Koresponden email: torangariantosiboro123@gmail.com

Diterima: 18 November 2023

Disetujui: 28 November 2023

Abstract

By applying the concept of BIM then calculation errors and human errors on construction projects can be overcome. The implementation of BIM methods (Building information modelling) is very helpful and facilitates planning. By integrating three software: AutoCAD, Revit and Robot structural analysis. This research aims to (1) find out the difference between volume calculation, RAB and separation calculated in BIM and conventional terms. (2) know results of structural analysis and calculation of the load using RSA. (3) know the impact of application of the concept of BIM in integration / collaboration from perspective of the users. The results of the study showed that there was a difference between the volume calculation and the concrete RAB which is Quantity Take Off (QTO) greater than the calculation by BIM of 4% (9.7 m³). (531,84 kg). In the analysis structure using the RSA load calculation according to SNI 2020 issued the calculation of self-death weight (SW) of 2317,36 KN, additional dead load (SDL)=4945,15 KN, living load (LL)=6300 KN, Lr =1976,25, wind load (W)=7,85 KN. And the basic combination value is COM1=3244,31 KN, COM2=13.850,18 KN, KOM3=5946,76 KN, COM4=3776,81, COM5=2093,48 KN. The minimum moment value is -30,51 KN and the maximum moment value of 19,91 KN.

Keywords: BIM (Building information modelling), QTO, Revit, SNI, Robot structural analysis

Abstrak

Dengan menerapkan konsep BIM maka kesalahan perhitungan dan human eror pada proyek konstruksi dapat diatasi. Penerapan metode/konsep BIM (Building information modelling) sangat membantu dan memudahkan perencanaan. Dengan mengintegrasikan 3 software yaitu AutoCAD, Revit dan Robot structural analysis. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui selisih perhitungan volume, RAB dan pembesian yang dihitung secara BIM dan konvensional. (2) mengetahui hasil analisis struktural dan perhitungan pembebanan menggunakan RSA. (3) mengetahui pengaruh penerapan konsep BIM dalam integrasi/kolaborasi dari perspektif para pengguna. Hasil penelitian menunjukkan terdapat selisih Perhitungan volume dan RAB beton yaitu Quantity Take Off (QTO) lebih besar dari perhitungan secara BIM senilai 4% (9,7 m³). sedangkan untuk pembesian, perhitungan di Revit lebih besar dari konvensional senilai 2% (531,84 kg). Pada analisis structure menggunakan RSA penginputan beban sesuai SNI 2020 mengeluarkan perhitungan berat mati sendiri (SW) sebesar 2317,36 KN, beban mati tambahan (SDL)=4945,15 KN, Beban hidup (LL)=6300 KN, Lr =1976,25, beban angin (W)= 7,85 KN. Dan nilai kombinasi dasar yaitu COM1=3244,31 KN, COM2=13.850,18 KN, COM3=5946,76 KN, COM4=3776,81, COM5=2093,48 KN. Nilai moment minimum sebesar -30,51 KN dan nilai moment maximum sebesar 19,91 KN.

Kata kunci : BIM (Building information modelling), QTO, Revit, SNI, Robot structural analysis

1. Pendahuluan

Seiring perkembangan teknologi disektor Architecture, Engineering and Construction juga pesatnya pembangunan infrastruktur di seluruh manca negara menuntut bangsa Indonesia untuk dapat merubah dan mengevaluasi metode yang digunakan sebagai kontrol pekerjaan konstruksi yang lebih efisien, sistematis dan akurat[1]. Saat ini Metode perhitungan volume dan RAB di Indonesia masih berdasarkan dari gambar pada Autocad dan dibantu dengan Microsoft Excel dengan berpedoman pada SMM (Standard Method of Measurement) [2]. sehingga Kesalahan penghitungan volume dan RAB sering terjadi. Namun kesalahan dan kendala tersebut dapat di atasi dengan pengembangan perangkat lunak dengan menerapkan konsep BIM (Building information medelling). Yaitu seperti software Revit dan Robot structural analysis [3].

Biaya yang digunakan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi pelaksanaan proyek konstruksi.[4] Dengan penerapan konsep BIM dan pengoperasikan software Revit akan membantu memodelkan dan sekaligus mengeluarkan kubikasi dan RAB dari tiap-tiap elemen struktur, sehingga sangat membantu dan memudahkan proses perencanaan konstruksi dan dapat berjalan dengan efisien dan akurat[5]

BIM atau Building information modeling adalah suatu sistem/metode yang seluruh prosesnya terintegrasi dalam sebuah model digital yang menghasilkan serta mengelola data suatu bangunan dengan terkoordinasi [2]. Revit sendiri ialah software BIM oleh Autodesk yang mampu merancang bangunan dan struktur dengan pemodelan komponen secara 3D dan sekaligus mengolah gambar kerja dalam 2D serta menganalisis QTO atau quantity take off material (5D), dan schedule dalam tiap pekerjaan[6] BIM juga teknologi yang dapat mensimulasikan informasi dalam bentuk representasi digital dari karakteristik fisik dan fungsional suatu bangunan, termasuk semua informasi tentang elemen bangunan yang digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan kehidupan terhadap siklus bangunan.[7]

Analisis struktur harus dapat memastikan bahwa alur, distribusi dan pengaruh beban terhadap struktur sehingga sebuah bangunan layak untuk dikerjakan.sehingga memerlukan peran dari Robot structural[8]. Robot Structure Analysis (RSA) adalah perangkat lunak yang digunakan oleh insinyur sipil dan arsitek untuk menganalisis dan memeriksa kekuatan struktur bangunan. software ini terintegrasi dari Revit, dan aplikasi BIM lainnya, sehingga bisa meng export file tanpa memodelkan dari awal lagi yang mana metode tersebut akan sangat membantu dan mempercepat proses perencanaan suatu bangunan[9].

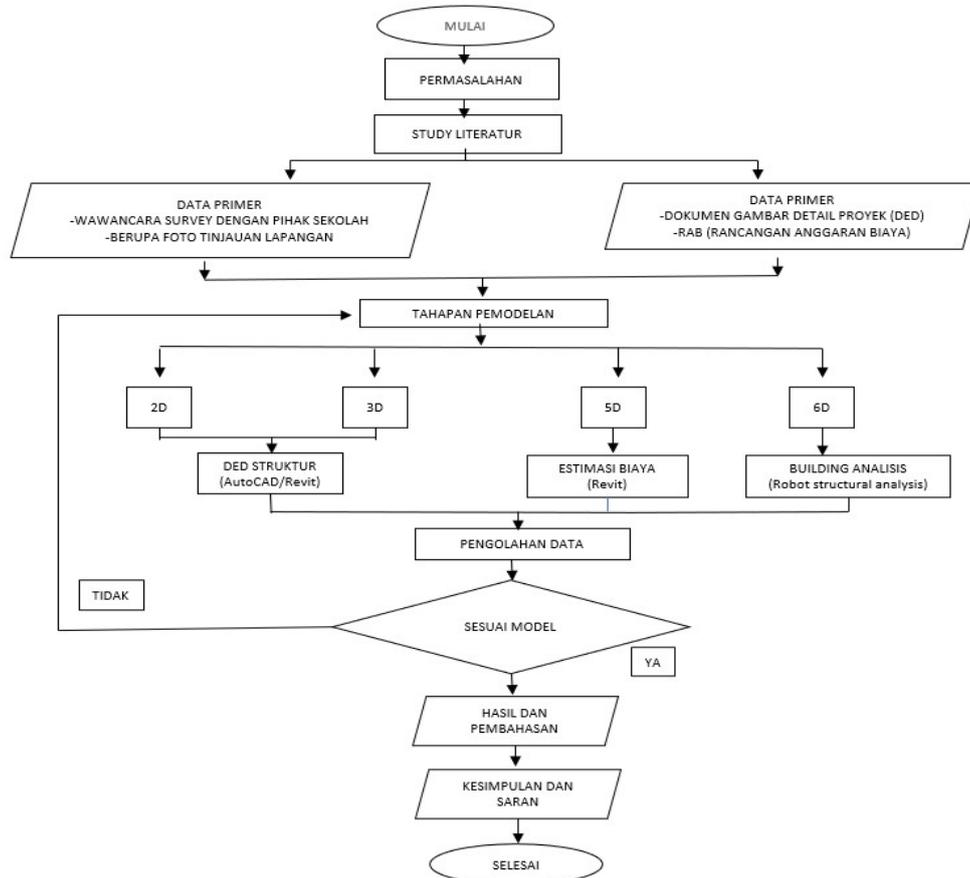
Menurut penelitian yang ada sebelumnya, Penggunaan software Revit mampu memangkas waktu perencanaan hingga sampai hampir 2 kali lipat atau sebesar 50%, dan menghemat pemamfaatan SDM sebesar 26,66%, sehingga dapat diakumulasikan penghematan biaya sebesar 48,37%. Software Revit memberikan kemudahan dengan integrasi dan kolaborasi perangkat lunak, mampu mendeteksi tabrakan desain, membuat proses pekerjaan menjadi lebih cepat.[10]

Gedung asrama MAN 1 Langsa sebagai objek dari pada penelitian ini memiliki dua lantai dan terletak di dalam kompleks lingkungan sekolah. dengan ukuran Gedung sepanjang 24 meter dan lebar 14 meter. Memiliki 5 kamar tidur yang cukup luas, 1 ruangan pertemuan yang luas, juga ruang bersama dan area penjemuran di lantai 2. Dilengkapi dengan kamar mandi yang cukup banyak.

Secara garis besar QTO (Quantity take off) merupakan proses identifikasi dan perhitungan volume yang diperoleh dari hubungan antar gambar dengan menghitung panjang, luas, area dan sebagainya pada satuan pengukuran[11]. QTO yang dihitung akan menjadi bahan dasar untuk perhitungan RAB. Rencana Anggaran Biaya merupakan acuan dalam budget yang digunakan agar suatu pembangunan selesai dan sukses sesuai dengan yang diharapkan. Penentuan RAB didapat dengan mengalikan QTO dan AHSP (Analisa satuan harga pekerjaan) dari tiap-tiap pekerjaan dan menyesuaikan dengan harga dimasing-masing daerah yang sudah di tentukan SNI [12]

2. Metodologi penelitian

Metodologi atau tahapan penelitian yang diterapkan pada penelitian ini adalah metode BIM (Building information modelling), pemodelan yang saling terintegrasi dan kolaborasi antar software. Dengan memanfaatkan 3 software BIM oleh autodeks yaitu AutoCAD, Revit , dan Robot structural analysis. Pada tahapannya AutoCAD akan mengekport file ke Revit dalam bentuk 2D,dan selanjutnya Revit akan memodelkan 3D dan 5D dengan otpput gambar 3D beserta dengan detailnya, volume dan RAB. Dan selanjutnya Revit akan mengirim data dalam bentuk 3D ke Robot struktur untuk dianalisis. Dapat dilihat pada gambar diagram alir berikut.



Gambar 1: Diagram alir penelitian

2.1 Studi Literatur

Sabagai tahap persiapan dan acuan dalam penelitian dengan melakukan study pustaka yang berkaitan dengan BIM, Revit, Robot structural analysis, dan sebagainya melalui jurnal-jurnal dan buku yang ada. Melakukan pelatihan, pemahaman dan pengoperasian software Revit, Robot structural analysis.juga sekaligus peninjauan kelapangan (Gedung asrama MAN 1 Langsa)

2.2 Pengumpulan data dan Identifikasi Gedung

Data yang akan dibutuhkan pada penelitian ini yaitu gambar detail engineering design (DED) RAB, dan AHSP. Data ini ialah data sekunder yang diperoleh dari konsultan pelaksana. Sedangkan data primer didapat melalui tinjauan dan survey langsung kelapangan. Data primer berupa foto kondisi gedung penelitian. Sedangkan Pada tahap identifikasi ini yang dilakukan adalah menganalisa objek penelitian Gedung asrama MAN 1 langsa seperti kesesuaian gambar DED dengan fakta dilapangan. untuk dimodelkan secara BIM dengan menggunakan Autodesk Revit

2.3 Integrasi antar software AutoCAD ke Revit

Integrasi dan kolaborasi antar software BIM dilakukan dengan cara mengexport file autocad ke Revit dalam bentuk 2 Dimensi yang selanjutnya akan memudahkan pemodelan di Revit dalam bentuk 3D, dan 5D

2.4 Pemodelan 2D, 3D, struktur beton menggunakan Revit

Pemodelan merupakan langkah ketiga setelah tahapan integrasi data. Namun sebelum melakukan pemodelan struktur ,hal yang harus di lakukkn adalah melakukan login program hingga pengaturan units dan material yang digunakan. Pada tahap ini pemodelan beton dimulai dari struktur bawah Gedung seperti pondasi bore pile, pile cap, batu kali. Juga kolom pedestal, balok, ring balok hingga plat lantai dan DAK.



Gambar 2: Pemodelan struktur beton Gedung
(Sumber : Revit student version 2024)

2.5. Pemodelan Pembesian sesuai SNI 2847: 2019

Di indonesia pembesian Merujuk pada SNI 2847:2019. Pembesian kait begel yang standar ditetapkan dengan 3 jenis bengkokan yaitu 90 derajat, 135 derajat dan 180 derajat, sedangkan tulangan struktur utama yang standar ditetapkan dengan 2 jenis bengkokan tulangan yaitu kait 90°, dan 180 derajat . [13]

Sambungn Lewatan Dalam Kondisi Tekan sesuai SNI-03-2847-2019 sebagai berikut. untuk $f_y < 400$ MPa: $L_s \text{ min} = 0,07 \cdot f_y \cdot d_b$ dan tidak diperbolehkan kurang dari 300 mm.[14] Semakin panjang sambungan lewatan pada balok beton bertulang tulangan baja ulir, maka semakin besar momen lentur yang terjadi[15]

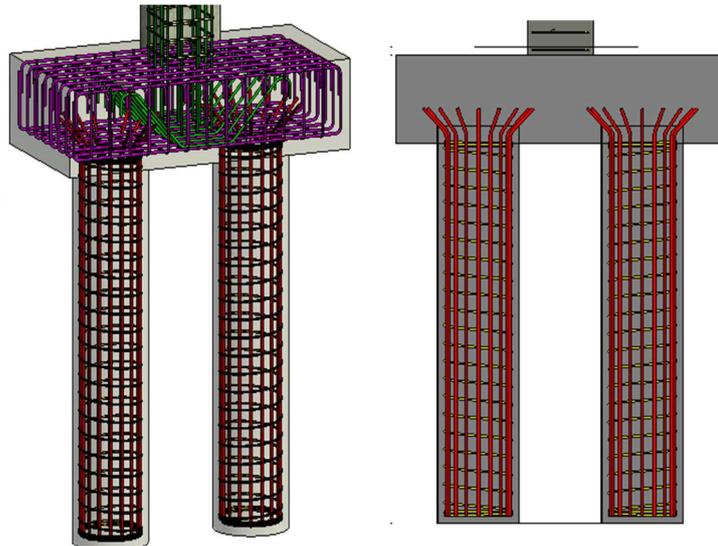
Tabel 1: Kait Tulangan Senggang

Tipe Kait standar	Ukuran batang	Diameter sisi dalam bengkokan minimum	Perpanjangan lurus ⁽¹⁾ l_{ext} , mm	Tipe kait standar
Kait 90 derajat	D10 hingga D16	$4d_b$	Terbesar dari $6d_b$ dan 75 mm	
	D19 hingga D25	$6d_b$	$12d_b$	
Kait 135 derajat	D10 hingga D16	$4d_b$	Terbesar dari $6d_b$ dan 75 mm	
	D19 hingga D25	$6d_b$		
Kait 180 derajat	D10 hingga D16	$4d_b$	Terbesar dari $4d_b$ dan 65 mm	
	D19 hingga D25	$6d_b$		

Sumber: SNI 2847:2019

2.5.1 Pemodelan pembesian struktur bawah

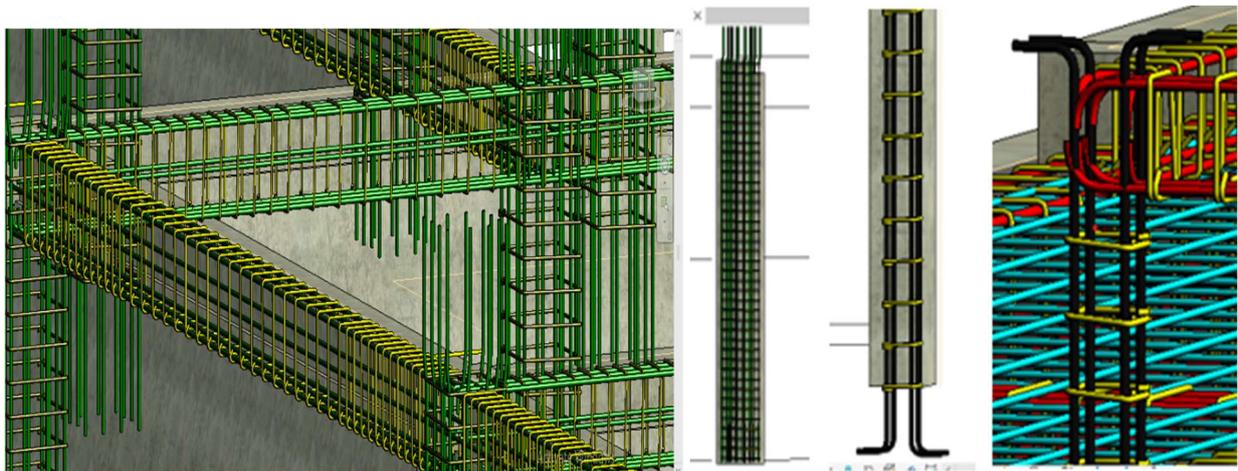
Meliputi pondasi bore pile dan pile cap dilakukan dengan memanfaatkan editing rebar shape M_17 yang disediakan Revit dan mengarrur parameter pembesian sesuai dengan SNI.



Gambar 3: Pemodelan pembesian struktur bawah
(Sumber : Revit student version 2024)

2.5.2 Pemodelan pembesian struktur atas

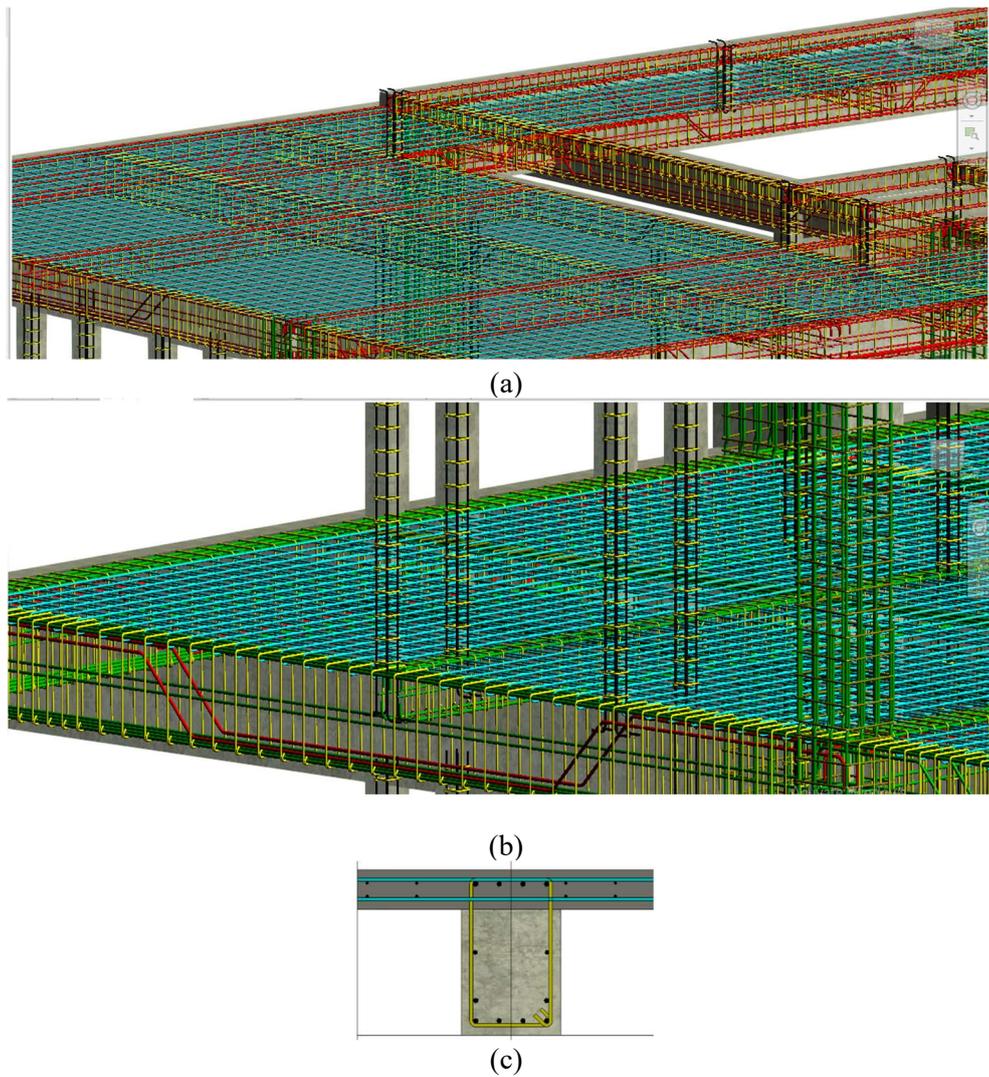
Pemodelan pembesian struktur atas meliputi Sloof, Kolom, Balok, Ring balok, plat lantai, plat atap (DAK). Langkah-langkahnya adalah menggunakan ikon rebar yang disediakan Autodesk Revit dan menyetingnya dengan menggunakan pemotongan guna memodelkan pembesian secara detail.



Gambar 4: Pemodelan pembesian struktur Atas
(Sumber : Revit student version 2024)

2.5.3 Pemodelan pembesian plat lantai dan DAK

Pemodelan pembesian area plat lantai dan DAK menggunakan Revit dilakukan dengan menggunakan pilihan Family library yang sudah disediakan Revit sehingga penulis memodelkan dengan mudah dan akurat dengan menentukan luas area platnya dan ukuran jarak antar penulangan.



Gambar 5: Pemodelan pembesian DAK, (b) plat lantai, (c) Detail plat
(Sumber : Revit student version 2024)

2.6 Pemodelan Quantity Take Off (5D)

Pemodelan QTO merupakan perhitungan secara mendetail volume beton, berat pembesian yang digunakan dan RAB (Rancangan anggaran biaya) yang dibutuhkan dari masing-masing item untuk menyelesaikan suatu proyek konstruksi. Didalam pemodelan ini dengan cara mengoperasikan schedule yang disediakan Revit pengguna dapat memprediksikan aliran langsung biaya yang dibandingkan dengan hasil output volume yang dikeluarkan Revit Structures.

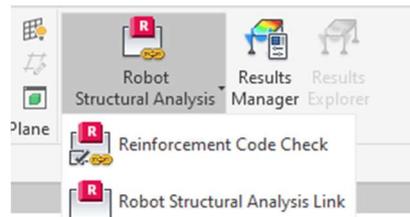
Tabel 2 : Pemodelan kubikasi dan RAB

A	B	C	D	E	F
Area	Jenis material dan nama objek	Level	Volume(M3)	AHSP(Rp)	RAB(Rp)
199 m ²	Floor: plat lantai MAN 1 Langsa	Level 2	23.87 m ³	1381159.00	32965503.01
45 m ²	Floor: plat lantai MAN 1 Langsa	Level 2	5.40 m ³	1381159.00	7458258.60
			29.27 m ³		40423761.61
122 m ²	Floor: plat lantai Atap	Level 3	14.69 m ³	1381159.00	20286463.39
			14.69 m ³		20286463.39

Sumber: Revit student version 2024

2.7 Interoperabilty BIM Dan Analisis Struktur Menggunakan Robot Structure Analysis

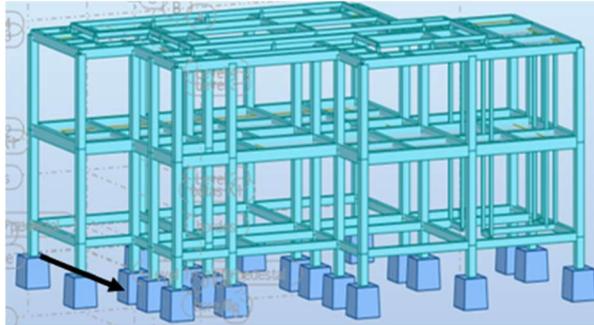
setelah melakukan pemodelan di Revit, maka selanjutnya proyek yang dimodelkan di Autodesk Revit akan di export ke Robot structure analysis sehingga akan termodelkan secara otomatis di RSA tanpa memodelkan manual dari awal lagi.



Gambar 6: tampilan export file dari Revit ke RSA
(Sumber : Revit student version 2024)

2.8. Pembuatan Support Pada Software Robot Structural Analysis

Setelah proses pekeksporan file dilakukan, Langkah selanjutnya ialah penambahan support pada tiap tumpuan struktur bawah Gedung. Guna sebagai pengganti pondasi.



Gambar 7: Tampilan pembuatan support di RSA
(Sumber : Robot struktur analysis student version 2024)

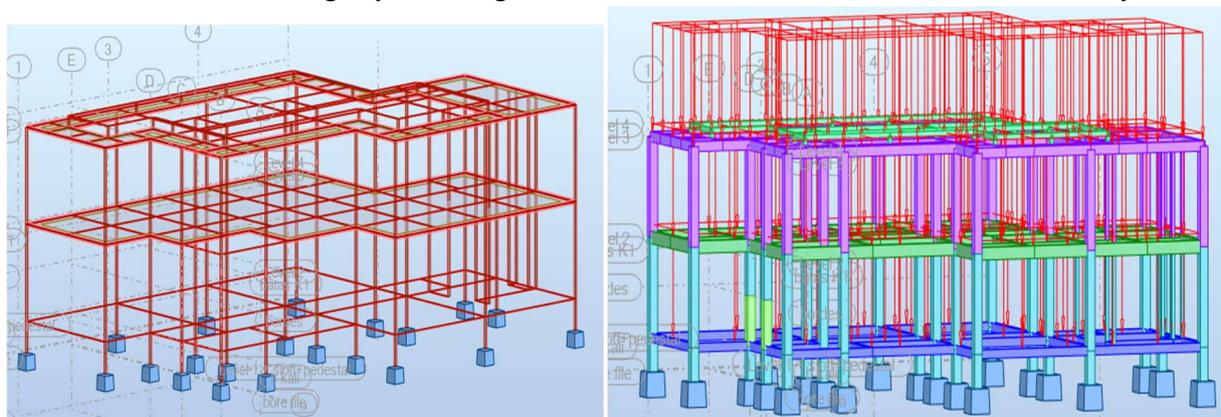
2.9 Pembebanan Menggunakan Software Robot Struktur analysis

Penginputan Pembebanan adalah suatu konsep yang berkaitan dengan beban-beban yang diterima oleh suatu struktur bangunan. Dengan menerapkan Load menurut SNI 1727 2020 yang di input ke RSA sebagai berikut:

1. Dead load (SW) = Self weight (Berat sendiri) otomatis di hitung di aplikasi (BIM)
2. Dead load (SDL)= Beban mati tambahan =100kg/m²
3. live load (LL) = 300kg/m²
4. live roof load (Lr)= 100kg/m²
5. wind load (WL) = 25 kg /m²

2.9.1 Beban mati

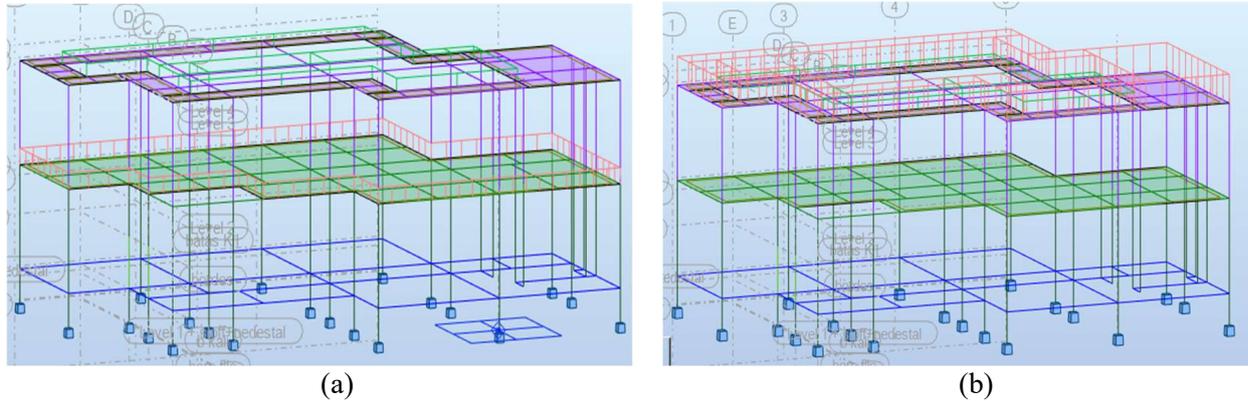
Beban mati terbagi 2 bagian yaitu beban sendiri SW (Selfweight) dan beban mati tambahan atau super imposed dead load (SDL). Perhitungan beban mati sendiri seperti beban yang dihasilkan dari kolom, balok dan lain sebagainya dihitung secara otomatis oleh software Robot structure Analysis



Gambar 8: Penginputan beban mati sendiri(a), Beban mati tambahan (b)
(Sumber : Robot struktur analysis student version 2024)

2.9.2 Live load (LL)/beban hidup

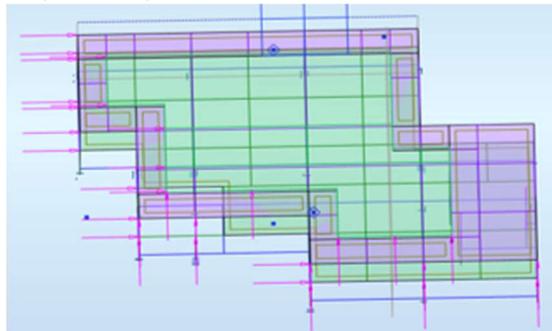
Beban hidup merupakan beban yang diakibatkan dari kegiatan manusia atau objek benda yang bergerak di atas strukturnya tersebut, seperti orang, kendaraan, atau peralatan. beban hidup terbagi 2 yaitu beban hidup tambahan (LL) dan beban atap (Lr). [16] Seperti pemodelan pembebanan gambar berikut.



Gambar 9: penginputan beban hidup(a),beban atap (b)
(Sumber : Robot struktur analysis student version 2024)

2.9.3 Wind load (W)/Beban angin

Beban angin merupakan yang bekerja di bagian sisi bangunan yang terjadi akibat tekanan angin yang berhembus. Penginputan arah beban angin berada pada sumbu X dan Y tumpuan dan peletakan beban angin tepat berada di join-join bangunan.

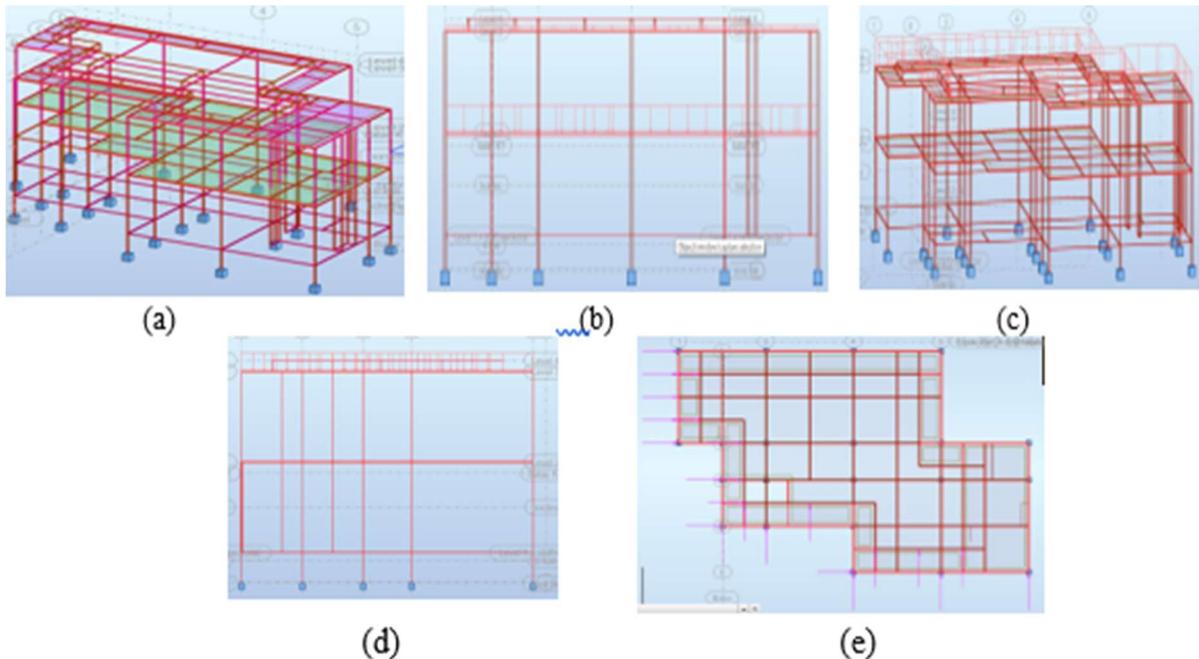


Gambar 10: penginputan beban angin
(Sumber : Robot struktur analysis student version 2024)

2.10 Kombinasi Dasar Pembebanan Menurut SNI 1727 2020

Kombinasi beban merujuk pada beban-beban terfaktor yang memiliki kemungkinan bekerja bersamaan pada sebuah system struktur. pada penelitian ini menggunakan kombinasi dasar yang ditetapkan pada SNI terbaru 1727 tahun 2020[16] sebagai berikut:

1. COM 1= 1,4 D
2. COM 2= 1,2 D+1,6 L+ 0,5 (Lr atau S atau R)
3. COM 3= 1,2 D+1,6(Lr atau S,atau R)+ (L atau 0,5W)
4. COM 4= 1,2 D+ 1,0 W+L+0,5 (Lr atau S, atau R)
5. COM 5 = 0,9 D + 1,0 W



Gambar 11: Penginputan kombinasi dasar, COM 1(a),COM 2 (b), COM 3(c), COM 4 (d),COM 5(e)
 (Sumber : Robot struktur analysis student version 2024)

3. Hasil dan pembahasan

Pada perhitungan dan akumulasi dari seluruh item pekerjaan yang dihitung secara BIM dan konvensional didapatkan hasil sebagai berikut. memiliki hasil yang berbeda antara perhitungan volume secara BIM dan perhitungan secara konvensional dengan selisih 4%. Hasil 4 persen tersebut didapat dari persamaan

$$\text{Dengan persamaan} = \frac{\text{VOL BIM}-\text{VOL Konvensional}}{\text{VOL BIM}} \times 100\% = 4\%$$

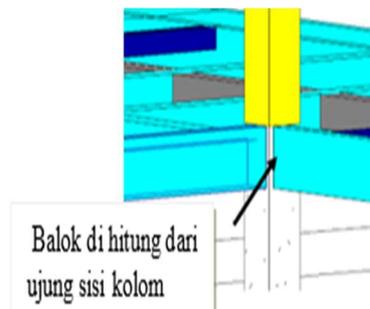
Tabel 3: Rekapitulasi Volume beton pada pekerjaan struktur DED dan BIM

NO	URAIAN PEKERJAAN	SATUAN	VOL. BIM	VOL. RAB	PERSEN (%)
1	Struktur Beton	m ³	232.230	222.53	4%

Sumber :MR Excel

3.1 Pembahasan hasil perhitungan beton

Selisih tersebut diakibatkan karena, Perhitungan volume beton secara konvensional menghitung volume beton dari titik as ke as. sedangkan Revit sudah otomatis menghitung dari sisi tepi struktur. Faktor berikutnya yang menjadi pembeda adalah Ketidak sesuaian Sebagian kecil gambar yang ada pada DED dengan fakta dilapangan. sehingga penulis memodelkan sesuai dengan fakta, gambar dan kondisi yang ada di lapangan.



Gambar 12: Tampilan perhitungan balok dari ujung sisi kolom
 (Sumber : Revit student version 2024)

3.2 Hasil Perhitungan Pembesian

Perbandingan pekerjaan pembesian pada Gedung asrama MAN 1 Langsa adalah sebagai berikut. Perhitungan pembesian secara konvensional lebih kecil 2% dari pada perhitungan di Revit. Dengan total selisih 531,84 kg.

$$\text{Dengan persamaan} = \frac{\text{VOL BIM} - \text{VOL Konvensional}}{\text{VOL BIM}} \times 100\% = 2\%$$

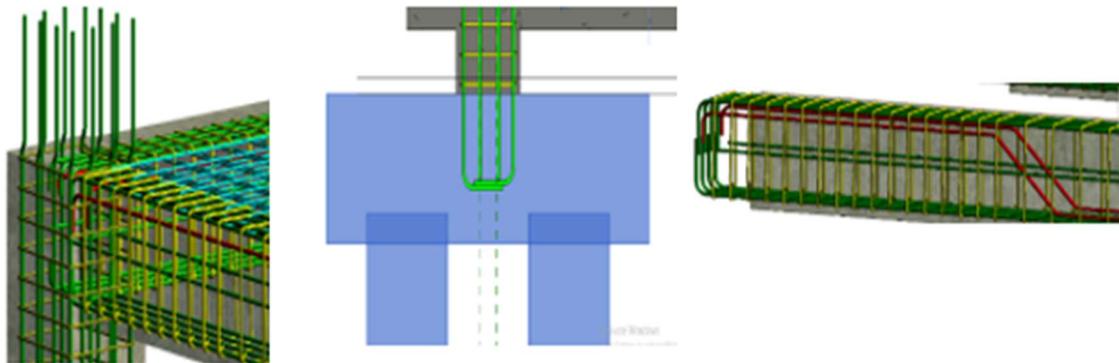
Tabel 4: Rekapitulasi Volume/berat pekerjaan pembesian DED dan BIM

NO	URAIAN	SATUAN	BERAT BIM	berat	PERSEN (%)
1	PEMBESIAN	KG	27942.290	27410.45	2%

Sumber :MR Excel

3.3 Pembahasan hasil pembesian

Selisih perhitungan pembesian tersebut diakibatkan karena pemodelan dan perhitungan di Revit menerapkan penulangan secara SNI ditambah lagi dengan penerapan pemodelan pembesian tahan gempa. Seperti tulangan lewatan, detail kait dan sebagainya.



Gambar 13: detail penulangan sesuai SNI dan bangunan tahan gempa (Sumber : Revit student version 2024)

3.4 Hasil dan pembahasan perhitungan pembebanan menggunakan RSA

Hasil dan pembahasan perhitungan pembebanan menggunakan *Robot Structure Analysis* sebagai berikut.

3.4.1 Beban mati sendiri (sw)

Pada selfweight (beban mati sendiri). Software Robot structure analysis akan menghitung secara otomatis beban-beban dan kombinasi pada bangunan. sehingga berat mati sendiri dari Gedung Asrama MAN 1 Langsa ialah sebesar 2317,36 KN atau setara dengan 262,55 ton pada kolom 4 FZ (KN)) seperti pada tabel 5 berikut.

Tabel 5: Tampilan berat mati sendiri

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
Case 1	SW		
Sum of val.	0.00	0.00	2317.36
Sum of reac.	0.00	0.00	2317.36

Sumber : Robot struktur student version 2024

3.4.2. Beban mati tambahan (SDL)

Pada beban super imposed dead load (sdl) yaitu meliputi beban pasangan dinding bata yang ditetapkan SNI sebesar 250 kg/m². Dan ditempatkan di sepanjang bentang balok Sehingga RSA menghitung secara otomatis keseluruhan SDL pada Gedung dengan nilai 4945,15 KN. pada kolom 4 FZ (KN) seperti pada tabel 6 berikut.

Tabel 6 :Tampilan berat mati sendiri

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
Case 2	SDL		
Sum of val.	-0.00	0.00	4945.15
Sum of reac.	-0.00	0.00	4945.15

Sumber : Robot struktur student version 2024

3.4.5 Beban Hidup (LL)

Pada Live load (LL) penulis menginput dan menerapkan beban hidup terdistribusi merata sesuai SNI dengan nilai 2,4 kn/m² dan hasil yang dikeluarkan oleh perhitungan RSA adalah sebesar 6300,76 KN. Seperti pada tabel 7 berikut.

Tabel 7: beban hidup

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
Case 3	LL		
Sum of val.	-0.00	0.00	6300.76
Sum of reac.	-0.00	0.00	6300.76

Sumber : Robot struktur student version 2024

3.4.6. Beban pada atap (Lr)

Gedung asrama MAN 1 Langsa menggunakan atap DAK, sehingga penulis menginput beban atap beton sesuai SNI 2020 sebesar 1,5 KN/m². selanjutnya RSA menghitung secara otomatis beban atap keseluruhan gedung dengan nilai sebesar 1976,25 KN. Seperti pada table 7 berikut.

Tabel 8: berat beban atap

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
Case 4	LR		
Sum of val.	0.00	0.00	1976.25
Sum of reac.	0.00	0.00	1976.25

Sumber : Robot struktur student version 2024

3.4.7 Beban Angin (W)

Beban angin bertumpu pada join-join gedung. dengan menginput beban yang ditetapkan oleh SNI 2020 sebesar 25 kg/m², dan RSA menghitung secara otomatis beban angin dengan nilai output sebesar 7,85 kn. Itu didapat dari penjumlahan beban angin sumbu x dan sumbu y seperti table 8 berikut.

Tabel 9: beban angin

Node/Case	FX (kN)	FY (kN)
Case 5	W	
Sum of val.	-4.17	-3.68
Sum of reac.	-4.17	-3.68
Sum of forc.	4.17	3.68

Sumber : Robot struktur student version 2024

3.4.8 Hasil Perhitungan Kombinasi dasar sesuai SNI 2020

Beban kombinasi yang diinput pada penelitian ini adalah ke-5 beban dari masing-masing kombinasi dasar yang ditetapkan oleh SNI 2020 dan dikombinasikan dengan beban yang dihitung RSA sebelumnya,yaitu beban mati sendiri (SW), beban mati tambahan (SDL), beban hidup (LL), beban atap (Lr) dan dan beban angin (w). Selanjutnya RSA akan menghitung Kembali masing-Masing pembebanan dari setiap kombinasi dengan hasil akumulasi sebagai berikut.

- 1.COM 1 = 3244.31 KN
2. COM 2 = 13.850.18 KN
3. COM 3 = 5946,76 KN
4. COM 4 = 3776,81 KN
5. COM 5 = 2093,48KN

Hasil Perhitungan ke-5 kombinasi didapat dari perhitungan yang otomatis dikeluarkan RSA seperti tabel 10 berikut

Tabel 10 : kombinasi pembebanan

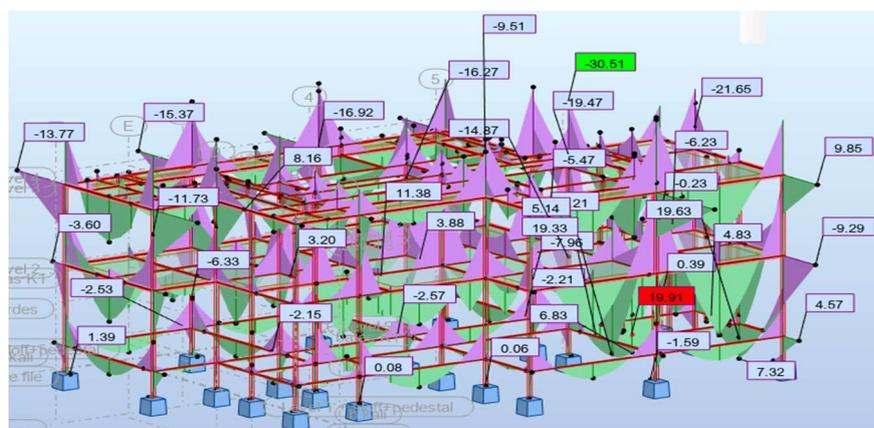
Node/Case	FX (kN)	FY (kN)	FZ (kN)
Case 6 (C)	COMB1		
Sum of val.	0.00	0.00	3244.31
Sum of reac.	0.00	0.00	3244.31
Sum of forc.	0.0	0.0	-3244.31
Check val.	0.00	0.00	-0.00
Precision	2.72075e-14	5.15339e-31	
Case 7 (C)	COMB2		
Sum of val.	0.00	0.00	13850.18
Sum of reac.	0.00	0.00	13850.18
Sum of forc.	0.0	0.0	-13850.18
Check val.	0.00	0.00	-0.00
Precision	4.86090e-14	1.70800e-30	
Case 8 (C)	COMB3		
Sum of val.	-2.08	-1.84	5942.84
Sum of reac.	-2.08	-1.84	5942.84
Sum of forc.	2.08	1.84	-5942.84
Check val.	-0.00	0.00	-0.00
Precision	1.11892e-13	8.78156e-28	
Case 9 (C)	COMB4		
Sum of val.	-4.17	-3.68	3768.96
Sum of reac.	-4.17	-3.68	3768.96
Sum of forc.	4.17	3.68	-3768.96
Check val.	0.00	0.00	-0.00
Precision	1.49713e-13	1.75548e-27	
Case 10 (C)	COMB5		
Sum of val.	-4.17	-3.68	2085.63
Sum of reac.	-4.17	-3.68	2085.63
Sum of forc.	4.17	3.68	-2085.63
Check val.	0.00	-0.00	-0.00
Precision	1.34485e-13	1.75530e-27	

(Sumber : Robot struktur student version 2024)

3.5 Reaksi Momen

Moment adalah gaya atau reaksi yang diberikan oleh suatu benda pada benda lain sebagai respons terhadap gaya yang diberikan oleh benda tersebut. Berikut merupakan moment yang di tampilkan Robot Struktur Analysis (RSA) Ketika menginput seluruh beban-beban dan kombinasi Sesuai SNI 2020.

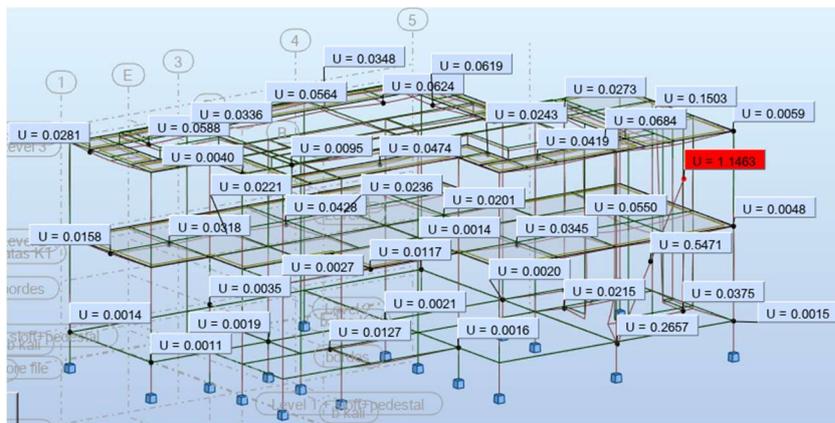
Pada penelitian ini ketika mengeluarkan momen hasil perhitungan Robot Structure Analysis mengeluarkan nilai maximum (kotak merah) sebesar 19,91 KN dan nilai minimum (kotak hijau) sebesar -30,51 KN, seperti pada gambar 11 berikut.



Gambar 14: Tampilan reaksi momen
 Sumber : Robot struktur student version 2024

3.6 Uji Run Analysis

Merupakan uji yang digunakan untuk menguji keacakan (kerandoman) suatu sampel data. Data yang digunakan adalah data yang berskala nominal, namun dapat juga menggunakan data berskala ordinal. Pada tampilan Ketika di run, Robot struktur Analysis mengeluarkan hasil salah satu struktur memiliki peringatan merah pada member ke 66. sehingga memerlukan tambahan support di salah satu titik, namun tidak menjadi bahaya karena member 66 bertumpu pada pondasi menerus yang tidak bisa di load oleh RSA, sehingga kondisi bangunan tersebut tergolong aman.



Gambar 15: Tampilan Run analysis
Sumber : Robot struktur student version 2024

4. Kesimpulan Dan Saran

4.1 kesimpulan

- Perbandingan volume dan RAB struktural pada Gedung asrama MAN 1 Langsa adalah sebagai berikut. selisih perhitungan di Revit 4% (9,7 m³) lebih besar dari perhitungan konvensional. Selisih tersebut diakibatkan karena, Perhitungan secara konvensional menghitung volume beton dari titik *as* ke *as*. sedangkan Revit sudah otomatis menghitung dari sisi tepi struktur. Faktor berikutnya yang menjadi pembeda adalah Ketidak sesuaian Sebagian kecil gambar yang ada pada DED dengan fakta dilapangan. sehingga penulis memodelkan sesuai dengan fakta, gambar dan kondisi yang ada di lapangan.
- Perbandingan pekerjaan pembesian pada Gedung asrama MAN 1 Langsa adalah sebagai berikut. Perhitungan pembesian secara konvensional lebih kecil 2% dari pada perhitungan di Revit. Dengan total selisih 531,84 kg. Selisih tersebut diakibatkan karena pemodelan dan perhitungan di Revit menerapkan penulangan secara SNI ditambah lagi dengan penerapan pembesian tahan gempa. Dan faktor Panjang hook standar yang berbeda-beda pada setiap aplikasi Revit
- Analisis dan perhitungan struktur menggunakan RSA sebagai berikut, nilai beban mati sendiri (SW) Gedung asrama MAN 1 Langsa sebesar 2317,36 KN, beban mati tambahan (SDL) sebesar 4945,15 KN, beban hidup (LL) sebesar 6300,76 KN, Beban hidup plat atap DAK (Lr) sebesar 1976,25 KN, beban angin (W) sebesar 7,85 KN.
- Nilai kombinasi menggunakan RSA dengan menginput kombinasi dasar yang ditetapkan SNI 2020 sebagai berikut. kombinasi 1 (com1) senilai 3244,31 KN, kombinasi 2 (com2) =13.850,18 KN, kombinasi 3 (com3) =5946,76 KN, kombinasi 4 (com4) = 3776,81 KN, kombinasi 5 (com5) = 2093,48 KN. Perhitungan momen yang dihasilkan *Robot structural Analysis* (RSA) yaitu sebagai berikut, moment minimum sebesar -30,51 KN dan momen maximum sebesar 19,91 KN.
- Penggunaan software RSA, Revit, Autocad pada proyek konstruksi dan penelitian sangat membantu pada perencanaan dan pengawasan suatu bangunan. Dikarenakan saling integrasi dan kolaborasi BIM sehingga mempermudah perhitungan struktur dan analisis tanpa memodelkan dari awal lagi. Ditambah lagi data yang dimodelkan di Revit dan di autocad dapat di export langsung ke RSA tanpa merusak dan merubah elemen pada struktur.

4.2 Saran

Untuk penelitian berikutnya dapat dilakukan dengan jangkauan penelitian lebih luas lagi . Seperti pekerjaan mekanical, electrical dan plumbing (MEP) menggunakan Autodesk Revit dan mengintegrasikan ke software BIM lainnya. Juga penelitian berikutnya perlu dilakukan penambahan dan penyempurnaan me tode dengan Software Revit 2024 dengan menambahkan pekerjaan time schedule, Juga perlunya dilakukan penyempurnaan Software Robot structural analysis student version 2024 pada penelitian selanjutnya dengan menambahkan jangkauan pembebanan dan kombinasi juga pembedaan di Robot struktural Analysisis.

5. Referensi

- [1] A. Yudi *et al.*, “Perancangan detail engineering design gedung bertingkat berbasis building information modeling (BIM)PERANCANGAN DETAIL ENGINEERING DESIGN GEDUNG BERTINGKAT BERBASIS BUILDING INFORMATION MODELING (Studi Kasus: Asrama Institut Teknologi Sumatera),” *Media Komun. Tek. Sipil*, vol. 00, no. 00, 2020.
- [2] A. Anjani, Bayzoni, H. Riakara Husni, and C. Niken, “Penerapan Building Information Modeling (BIM) Menggunakan Software Autodesk Revit Pada Gedung 4 Rumah Sakit Pendidikan Peguruan Tinggi Negeri (RSPTN) Universitas Lampung,” *J. Rekayasa Sipil dan Desain*, vol. 10, no. 1, pp. 87–98, 2022.
- [3] Y. Mariza and Y. Marizan, “Penggunaan Software Autodesk Revit,” *J. Ilm. Beering’s*, vol. 06, no. 01, pp. 15–26, 2019.
- [4] R. Ferial, B. Hidayat, R. C. Pesela, and D. Daoed, “Quantity take-off berbasis building information modeling (bim) studi kasus: gedung bappeda padang,” *J. Rekayasa Sipil*, vol. 17, no. 3, p. 228, 2022, doi: 10.25077/jrs.17.3.228-238.2021.
- [5] D. Laorent, P. Nugraha, and J. Budiman, “Analisa Quantity Take-Off Dengan Menggunakan Autodesk Revit,” *Dimens. Utama Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2019, doi: 10.9744/duts.6.1.1-8.
- [6] M. Rajabi, T. Bigga, and M. A. Bartl, “Optimization of the quantity take-off (QTO) process for mechanical, electrical and plumbing (MEP) trades in tender estimation phase of the construction projects,” *32nd Int. Symp. Autom. Robot. Constr. Min. Connect. to Futur. Proc.*, 2015, doi: 10.22260/isarc2015/0022.
- [7] M. Daffa and U. Azhar, “Integrasi BIM Dan Blockchain Pada Kinerja Perancangan AEC (Architecture, Engineering, & Construction),” *SIAR Semin. Ilm. Arsit. III*, pp. 624–631, 2022.
- [8] Musbar, R. Syahyadi, A. Muhyi, and T. Riyadhshyah, “Pelatihan Analisis Struktur Dan BIM Kontruksi Bangunan Gedung Untuk Alumni Jurusan Teknik Sipil,” *Proceeding Semin. Nas. Politek. Negeri Lhokseumawe*, vol. 4, no. 1, pp. 69–73, 2020.
- [9] M. Hilmi, F. T. Pertanian, and J. B. Indonesia, “Analisis Kinerja Struktur pada Bangunan Bertingkat dengan Metode Analisis Respon Spektrum Berdasarkan SNI 1726 : 2019,” vol. 06, no. 03, pp. 143–158, 2021, doi: 10.29244/jsil.6.3.143-158.
- [10] S. Purwanto, Y. M. Marizan, and M. Y. Yunanda, “Studi Literatur Tentangpenggunaansoftwareautodesk Revitstudi Kasus Perencanaanpuskesmas Sukajadi Kota Prabumulih,” *J. Tek. Sipil*, vol. 9, no. 1, pp. 61–75, 2020, doi: 10.36546/tekniksipil.v9i1.269.
- [11] W. Retno Asih, Bayzoni, H. Riakara Husni, and C. Niken, “Perbandingan Quantity Take Off (QTO) Material Berbasis Building Information Modeling (BIM) Terhadap Metode Konvensional pada Struktur Pelat,” *Jrsdd*, vol. 10, no. 4, pp. 563–574, 2022.
- [12] D. Putra and E. Sembiring, “Perancangan Aplikasi Perhitungan Rencana Anggaran Biaya (RAB) Pembangunan Rumah Dengan Metode Burgerlijeopenbare Werken (BOW),” *Pelita Inform. Budi Darma*, vol. 16, no. 1, pp. 16–20, 2017.
- [13] W. Alamsyah and M. Purwandito, “Tekla Structure Penerapan Building Information Modeling (BIM) Pada Gedung Kuliah Pascasarjana IAIN Langsa Menggunakan Software Tekla Structures,” *PRINCE J. Plan. Res. Civ. Eng.*, vol. 2, no. 1, pp. 146–159, 2023.

- [14] Badan Standardisasi Nasional, “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung,” *Sni 2847-2019*, no. 8, p. 720, 2019.
- [15] M. F. Musyaffa and J. Jafar, “Perbandingan Kinerja Lentur Balok Beton Bertulang Dengan Sambungan Lewatan Dan Sambungan Mekanis (Clamp),” *TAPAK (Teknologi Apl. Konstr. J. Progr. Stud. Tek. Sipil*, vol. 12, no. 1, p. 101, 2022, doi: 10.24127/tp.v12i1.2327.
- [16] Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain SNI 1727-2020, “Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain,” *Badan Standarisasi Nas. 17272020*, no. 8, pp. 1–336, 2020.