

IMPLEMENTASI *ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS PROFESIONAL* DALAM OPTIMALISASI *QUANTITY ANALYSIS* PROYEK GEDUNG BERTINGKAT

Muhammad Nur Hasyim¹, Lila Ayu Ratna Winanda², Hadi Surya Wibawanto Sunarwadi³

Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang¹

Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang²

Program Studi Teknik Sipil Institut Teknologi Nasional Malang³

E-mail: lilawinanda@lecturer.itn.ac.id

ABSTRAK

Implementasi *Building information Modelling* (BIM) pada pekerjaan konstruksi semakin gencar untuk dilaksanakan, karena kebutuhan analisis yang efisien dan efektif. *Bill of quantity* pada pekerjaan konstruksi sangat penting sebagai bagian dari input analisis kebutuhan sumber daya, waktu dan biaya pekerjaan konstruksi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menerapkan analisis kebutuhan bill of quantity dengan menggunakan *Robot Structural Analysis Profesional* (RSAP) sebagai langkah awal dalam implementasi BIM pada proyek gedung GDH Barat RSUD Sidoarjo khususnya pada pekerjaan struktur sebagai studi kasus pada penelitian ini. Tujuan penelitian diselesaikan dengan pendekatan pemodelan struktur bangunan menggunakan beberapa data sekunder untuk kemudian dilanjutkan dengan analisis struktur sesuai hasil identifikasi perencanaan model dan pemeriksaan kekuatan struktur berdasarkan peraturan yang berlaku untuk kemudian dapat ditampilkan hasil analisis kuantitas pekerjaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kebutuhan volume pekerjaan beton pada struktur kolom adalah 94,02 m³, pekerjaan beton pada struktur balok adalah 984,85 m³, dan pekerjaan beton pada struktur plat adalah 609,63 m³.

Kata kunci: *Building Information Modelling, Kuantitas Pekerjaan, Robot Structural Analysis Profesional*

ABSTRACT

Implementation of *Building information Modelling* (BIM) in construction applied more intensively due to the need of efficiency and effectiveness. *Bill of quantities* in construction work is very important as part of the input for analyzing resource requirement, time and costs for construction activities. Therefore, this research aims to apply bill of quantity requirements analysis using the *Professional Structural Analysis Robot* (RSAP) as the first step in implementing BIM on the GDH Barat regional hospital building project at Sidoarjo, especially on structural work as a case study in this research. The research objectives were completed with a building structure modeling approach using several secondary data and then continued with structural analysis according to the results of model planning identification and structural strength checks based on applicable regulations so that the results of the work quantity analysis could then be obtained. The research results show that the required volume of concrete work in column structures is 94.02 m³, concrete work in beam structures is 984.85 m³, and concrete work in plate structures is 609.63 m³.

Keywords: *Bill of Quantities, Building information Modeling, Robot Structural Analysis Profesional*

PENDAHULUAN

Pembangunan gedung rumah sakit merupakan salah satu proyek konstruksi yang kompleks dan membutuhkan perencanaan yang matang. Salah satu aspek penting dalam perencanaan proyek konstruksi adalah penyusunan Bill of Quantities (BOQ), terutama dalam struktur atas gedung. BOQ adalah dokumen yang berisi rincian material, pekerjaan, dan biaya yang dibutuhkan dalam proyek konstruksi (Reza Fachlevi et al., 2023). Gedung RSUD Sidoarjo merupakan proyek konstruksi yang kompleks dengan struktur atas yang rumit. Pada pembangunannya, terdapat masalah dalam manajemen proyek yang menyebabkan

keterlambatan penyelesaian adalah kurangnya integrasi antara item pekerjaan dalam proyek, yang mengakibatkan kesulitan dalam menghitung BoQ (Bill of Quantity) yang masih dilakukan secara manual. Perhitungan secara detail dalam penganggaran biaya dan quantity (volume fisik) akan memudahkan proses evaluasi kinerja struktur pembangunan sebuah proyek konstruksi (Karim et al., 2023).

Kesalahan dalam analisis perhitungan kuantitas pekerjaan konstruksi dapat diminimalisir dengan pengintegrasian analisis dengan Building Information Modeling (BIM). Beberapa pelaksana menyatakan persetujuan bahwa integrasi dapat memberikan

efisiensi dan keakuratan yang lebih tinggi dalam pekerjaan konstruksi (Nadeem et al., 2015)

Sifat dinamis dalam pekerjaan konstruksi memberikan kesulitan tersendiri dalam analisis volume fisik pekerjaan satu dengan yang lainnya karena dalam setiap kegiatan konstruksi tidak pernah berulang dengan ketidakpastian yang tinggi. Hal ini dapat menyebabkan faktor ketidaktelitian sangat tinggi sehingga kesalahan perhitungan kuantitas sangat mungkin terjadi seiring dengan meningkatnya kompleksitas proyek konstruksi, yang tentu saja berimbas pada peningkatan perkiraan biaya proyek (Lendo-Siwicka et al., 2019; Zima, 2017)

Building Information Modeling (BIM) merupakan paradigma yang mulai berkembang pada kegiatan konstruksi yang mana dapat mengintegrasikan seluruh *stakeholder* yang terlibat pada kegiatan konstruksi sehingga memberikan hasil yang lebih baik. BIM adalah suatu sistem teknologi yang berisi informasi yang saling terhubung (*Integrated*) dalam proses perencanaan (*Design*), pembangunan (*Construction*), dan perawatan (*Maintenance*) dalam bentuk visualisasi 3D (Hendra et al., 2022; Pantiga & Soekiman, 2021)

Pemerintah sebagai pemegang otoritas regulasi memberikan kebijakan dalam penerapan BIM sebagai alat bantu yang dapat menghasilkan infrastuktur secara lebih cepat, lebih efisien dan berkualitas. Implementasi Building Information Modelling (BIM) wajib dilaksanakan untuk Bangunan Gedung Negara tidak sederhana dengan kriteria luas diatas 2000 m² (dua ribu meter persegi) dan diatas 2 (dua) lantai (Hanggara & Nurchasanah, 2023; PUPR, 2018).

Implementasi BIM pada dasarnya menjadikan pemodelan secara 3 dimensi (3D) menjadi N-dimensi BIM dengan menambahkan dengan komponen waktu sehingga menjadikan BIM dalam 4D dan selanjutnya dikembangkan lagi dengan unsur biaya menjadi 5D (Pantiga & Soekiman, 2021). Uraian N-dimensi BIM dapat dijelaskan sebagai berikut:

1D -Proses dan tata Kelola, undang – undang, kontrak, wajib penggunaan BIM dalam pekerjaan umum, perubahan model rekrutmen dan persyaratan baru.

2D - Gambar dari model 3D, alur kerja dan rencana implementasi. Perubahan yang melibatkan BIM di area kerja yang berbeda. Memperoleh data untuk model BIM dan mempertimbangkan berbagai aspek seperti apa yang hemat biaya.

3D - Model, proses membuat dan berbagi informasi grafis dan non-grafis. Visualisasi dalam 3D BIM memungkinkan pengguna untuk melihat bangunan dalam 3D sebelum pekerjaan dimulai pada proyek dan hingga pembongkaran. Para pihak dapat mengelola kolaborasi, membuat strategi untuk menerapkan BIM, menjelajahi perangkat lunak dan layanan pendukung yang ada, serta menentukan persetujuan, izin, dll. Untuk mengelola proyek.

4D - Dimensi waktu, yang digunakan untuk merencanakan dan mengevaluasi konflik yang dapat menunda konstruksi. Data penjadwalan dan detailnya ditambahkan saat proyek berlangsung. Perkembangan informasi akurat dari proyek dapat ditunjukkan melalui informasi ini. Waktu tunggu, urutan pemasangan, periode waktu yang diperlukan untuk konstruksi atau pemasangan, untuk pengerasan, pengawetan, dsb merupakan jenis informasi yang termasuk dalam dimensi ini.

5D - Biaya, pengukuran dan anggaran yang terintegrasi, ini juga mengintegrasikan model BIM dengan perangkat lunak anggaran yang ada. Berdasarkan data dan informasi yang terkait dengan komponen tertentu dalam model, para pihak dapat mempertimbangkan biaya modal, biaya operasional, dan biaya pembaharuan dan penggantian selama proyek berlangsung. Ketika bersama-sama dengan 3D dan 4D, para *stakeholder* dapat memproyeksikan kemajuan berbagai kegiatan dan biaya yang terkait dari waktu ke waktu. Mengintegrasikan model 5D memungkinkan menerapkan metode konstruksi yang hemat biaya, efisien, dan berkelanjutan.

6D - Mengintegrasikan lingkungan dan membantu melakukan analisis konsumsi energi, efisiensi, kesehatan, keselamatan, dan keberlanjutan, model ini mencakup informasi tentang operasi dan manajemen, seperti informasi tentang siapa produsen komponen, tanggal pemasangan, jadwal perawatan, konfigurasi terbaik untuk kinerja optimal, masa pakai, dll. yang membantu pemahaman terhadap biaya masa pakai aset, menyusun biaya dan keberlanjutan untuk mendukung keputusan yang lebih baik.

7D - Mengintegrasikan infrastruktur, real estate, fasilitas, dan manajemen aset mulai dari desain hingga pembongkaran. Manajer menggunakan ini untuk mengoperasikan dan memelihara fasilitas sepanjang umurnya. Pihak terkait dapat melacak data yang terkait dengan aset seperti detail garansi, manual perawatan dan pengoperasian.

8D - Mengintegrasikan tingkat detail seperti yang dibangun, Ini menciptakan alur kerja nyata dan sesuai kebutuhan, dan menentukan persyaratan informasi, detail pekerjaan yang perlu dilakukan untuk mencapainya, dan kebutuhan alat seperti pemindaian laser, drone, AI, dll.

9D - Mengintegrasikan konstruksi ramping, metodologi kerja yang akan digunakan untuk penyelesaian proses BIM yang efektif maka dimaknai sebagai konstruksi yang ramping.

10D - Industrialisasi konstruksi, ini merinci hambatan produktivitas dalam industri konstruksi, dan bagaimana meningkatkan produktivitas di seluruh proses, mulai dari desain hingga pengelolaan infrastruktur.

Robot Structural Analysis Professional (RSAP) merupakan perangkat lunak yang digunakan untuk menganalisis struktur bangunan (Hanggara &

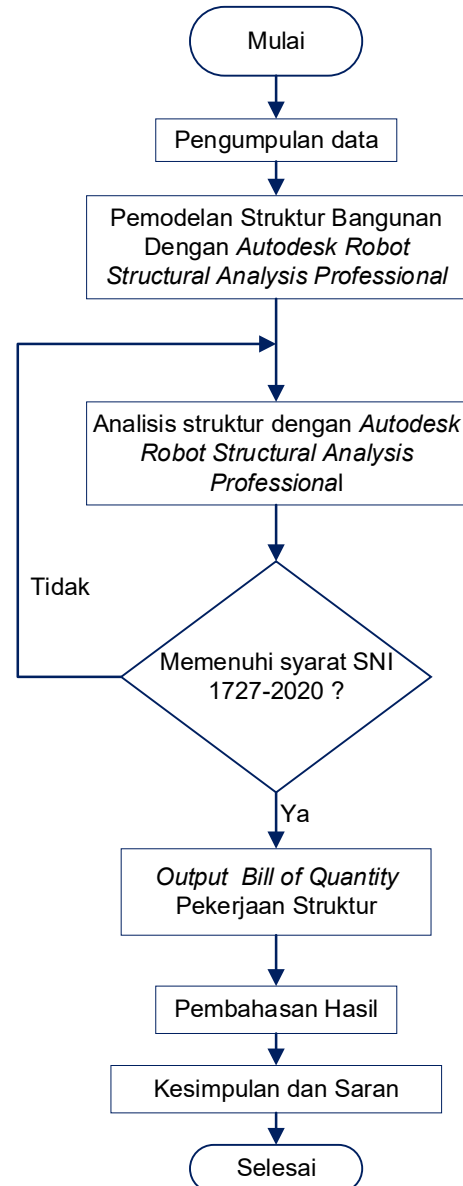
Nurchasanah, 2023). RSAP dapat diintegrasikan dengan BIM dimana RSAP memiliki fitur-fitur seperti:

- Analisis Struktur:** Perangkat lunak ini dapat melakukan analisis statik dan dinamik dari struktur, termasuk analisis pembebanan, perpindahan, gaya dalam, momen, dan banyak lagi.
- Simulasi Beban:** Pengguna dapat memasukkan berbagai jenis beban seperti beban mati, beban hidup, beban angin, gempa bumi, dan lain-lain untuk melakukan simulasi respons struktur terhadap kondisi-kondisi tersebut.
- Rancangan Struktur:** Robot Structural Analysis Professional dapat membantu dalam merancang elemen struktur seperti kolom, balok, dinding, dan lainnya berdasarkan pada kode dan standar desain yang berlaku.
- Analisis Dinamik:** Selain analisis statik, perangkat lunak ini juga dapat melakukan analisis dinamik untuk mengerti bagaimana struktur merespons getaran dan gerakan yang cepat seperti gempa bumi atau angin kencang.
- Integrasi BIM:** Robot Structural Analysis Professional dapat berintegrasi dengan perangkat lunak BIM (Building Information Modeling) lainnya seperti Autodesk Revit untuk mempermudah aliran kerja antara desain dan analisis struktur.

Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan software aplikasi RSAP dalam menganalisis Bill of Quantities (BoQ) sehingga diharapkan hasil penelitian ini mempercepat proses analisis dengan hasil yang lebih akurat.

METODE

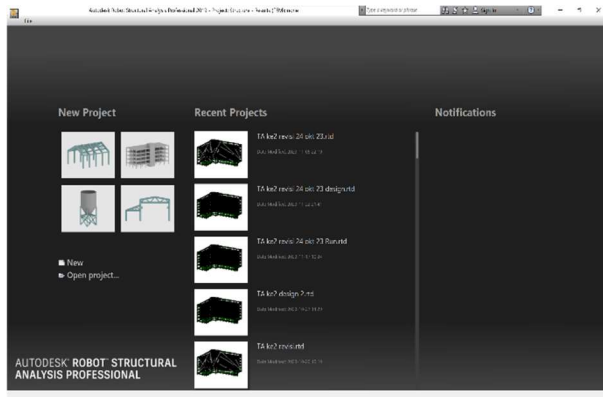
Penelitian ini dilakukan dengan melakukan analisis pemodelan dengan mengintegrasikan *Robot Structural Analysis Professional* (RSAP) dengan mengimplementasikan BIM sehingga dapat diperoleh Bill of Quantities (BoQ) sesuai dengan perencanaan desain. Studi kasus yang digunakan dalam penelitian ini adalah Gedung GDH Barat RSUD Sidoarjo dengan batasan analisis pada pekerjaan struktur. Proses tabulasi data dan analisis struktur dilakukan dengan memanfaatkan perangkat lunak *Autodesk Robot Structural Analysis Professional* (RSAP) yang sekaligus menampilkan hasil analisis yang diperoleh dari implementasi kasus proyek yang ditinjau. Data yang digunakan pada penelitian ini adalah data sekunder yang diperoleh dari pelaksana proyek dari studi kasus yang ditinjau. Data yang digunakan berupa gambar kerja, analisis harga satuan pekerjaan (AHSP), rencana kerja dan syarat-syarat, dan spesifikasi teknis. Tahapan analisis seperti tercantum pada bagan alir penelitian (Gambar. 1).



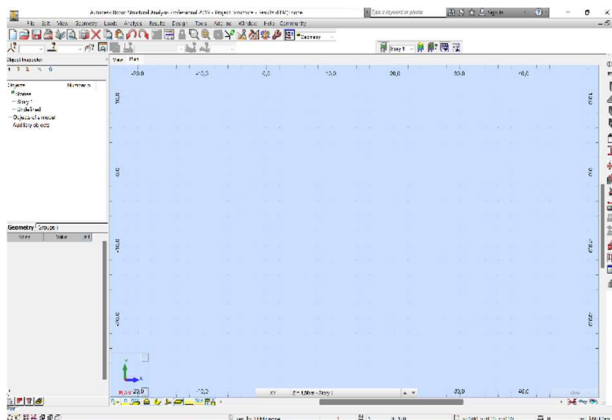
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian
Sumber: hasil olah peneliti

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sesuai dengan tahapan penelitian yang tercantum pada bagan alir, maka perhitungan akan diawali dengan pemodelan struktur bangunan menggunakan *Robot Structural Analysis Professional* (RSAP). Tampilan awal layar pada aplikasi RSAP seperti tercantum pada Gambar 2 dan Gambar 3.



Gambar 2. Tampilan Awal RSAP
Sumber: Aplikasi Autodesk RSAP Professional 2019



Gambar 3. Layar Utama RSAP
Sumber: Aplikasi Autodesk RSAP Professional 2019

Langkah selanjutnya adalah mendefinisikan pilihan modeling bangunan gedung melalui menu "*building desain*" karena bangunan yang dianalisis adalah gedung bertingkat. Kemudian mulai disusun pemodelan dari sumbu, jarak dan ketinggian bangunan. Selanjutnya diidentifikasi material yang akan digunakan dengan mengikuti standar material Jepang karena yang paling mendekati Indonesia. Gedung GDH Barat RSUD Sidoarjo menggunakan material beton bertulang sebagai penopang sistem strukturnya. Pemilihan material beserta ukuran-ukurannya digunakan sebagai input pada tahap pemodelan struktur.

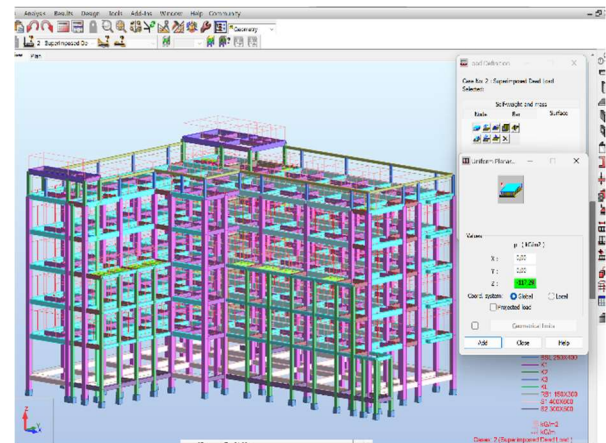
Analisis diawali dengan perhitungan pembebanan struktur dengan mengacu pada peraturan pembebanan untuk gedung. Adapun beban-beban yang diidentifikasi pada bangunan gedung yang ditinjau adalah:

- Beban mati. Beban mati terdiri atas berat sendiri (berat beton dan baja tulangan) yang dianalisis secara otomatis oleh RSAP dan beban mati tambahan yang terdiri atas beban keramik, plafon, MEP, waterproofing dan beban dinding.
- Beban hidup. Beban hidup sesuai fungsi bangunan adalah rumah sakit, sehingga beban yang teridentifikasi berasal dari:

ruang operasi, pasien, koridor, atap, lobby, toilet, ruang panel, resepsionis, gudang, ruang rapat, pantry, ruang dokter dan ruang operator.

- Beban Gempa. Beban gempa disesuaikan dengan lokasi bangunan gedung di Sidoarjo berdasarkan pemetaan wilayah gempa.

Hasil pemodelan pembebanan pada struktur bangunan secara keseluruhan seperti terlihat pada Gambar 4.



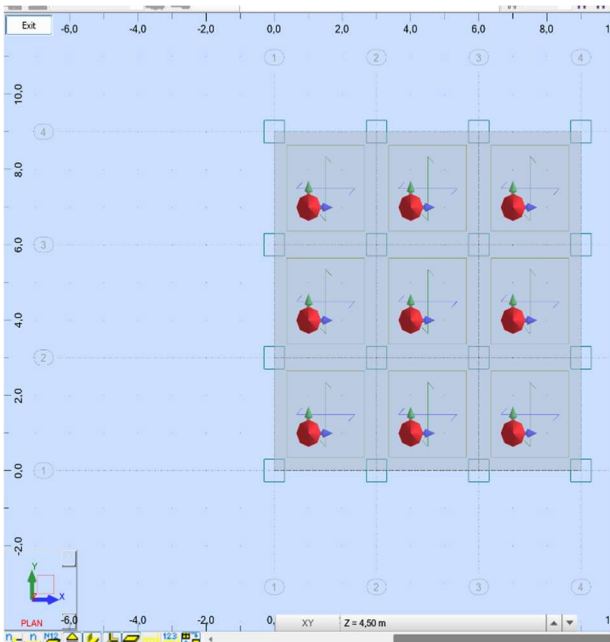
Gambar 4. Pembebanan Pada Bangunan
Sumber: Hasil olah peneliti

Sebagaimana tahapan dalam analisis struktur bangunan dengan menggunakan program aplikasi, maka hasil identifikasi beban pada bangunan digunakan untuk menyusun kombinasi pembebanan dimana terdapat beberapa jenis kombinasi beban untuk memberikan beberapa alternatif kondisi beban yang mungkin terjadi pada bangunan baik yang secara ekstrim maupun beban normal sesuai dengan SNI 1727 Simulasi hasil kombinasi pembebanan akan memudahkan pada interpretasi hasil analisis struktur bangunan (Gambar 5).

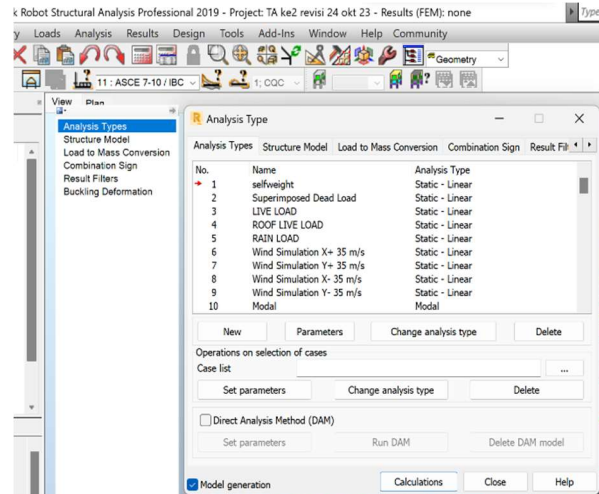
Combinations	Name	Analysis type	Combi- nation	Case nature	Definition
15 (C)	ULS101 1.40 Linear Combina	ULS	dead		1"1.40
16 (C)	ULS102 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20
17 (C)	ULS103 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20
18 (C)	ULS104 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20+5"1.60
19 (C)	ULS105 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20
20 (C)	ULS106 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20+5"1.60
21 (C)	ULS201 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20
22 (C)	ULS202 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20
23 (C)	ULS203 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20
24 (C)	ULS204 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20
25 (C)	ULS205 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20+5"1.60
26 (C)	ULS206 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20+5"1.60
27 (C)	ULS207 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20+5"1.60
28 (C)	ULS208 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20+5"1.60
29 (C)	ULS209 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20
30 (C)	ULS210 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20
31 (C)	ULS211 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20
32 (C)	ULS212 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20
33 (C)	ULS213 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20+5"1.60
34 (C)	ULS214 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20+5"1.60
35 (C)	ULS215 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20+5"1.60
36 (C)	ULS216 1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.20+5"1.60
37 (C)	ULS217 0.90+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.90
38 (C)	ULS218 0.90+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.90
39 (C)	ULS219 0.90+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.90
40 (C)	ULS220 0.90+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.90
41 (C) (CGC)	ULS301 (1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.32+13"1.30+14"0.39
42 (C) (CGC)	ULS302 (1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.32+13"1.30+14"0.39
43 (C) (CGC)	ULS303 (1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.32+13"1.30+14"0.39
44 (C) (CGC)	ULS304 (1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.32+13"1.30+14"0.39
45 (C) (CGC)	ULS305 (1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.32+13"0.39+14"1.30
46 (C) (CGC)	ULS306 (1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.32+13"0.39+14"1.30
47 (C) (CGC)	ULS307 (1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.32+13"0.39+14"1.30
48 (C) (CGC)	ULS308 (1.20+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.32+13"0.39+14"1.30
49 (C) (CGC)	ULS309 (0.90+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.78+13"1.30+14"0.39
50 (C) (CGC)	ULS310 (0.90+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.78+13"1.30+14"0.39
51 (C) (CGC)	ULS311 (0.90+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.78+13"1.30+14"0.39
52 (C) (CGC)	ULS312 (0.90+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.78+13"1.30+14"0.39
53 (C) (CGC)	ULS313 (0.90+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.78+13"0.39+14"1.30
54 (C) (CGC)	ULS314 (0.90+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.78+13"0.39+14"1.30
55 (C) (CGC)	ULS315 (0.90+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.78+13"0.39+14"1.30
56 (C) (CGC)	ULS316 (0.90+1 Linear Combina	ULS	dead		1"1.78+13"0.39+14"1.30
57 (C)	SLS101 1.00 Linear Combina	SLS	dead		1"1.00
58 (C)	SLS102 1.00+1 Linear Combina	SLS	dead		1"1.00
59 (C)	SLS103 1.00+1 Linear Combina	SLS	dead		1"1.00

Gambar 5. Kombinasi Pembebanan
Sumber: Hasil Olah Peneliti

Tahapan selanjutnya adalah menganalisis struktur hasil modeling bangunan pada aplikasi Robot (Gambar 6 dan Gambar 7).

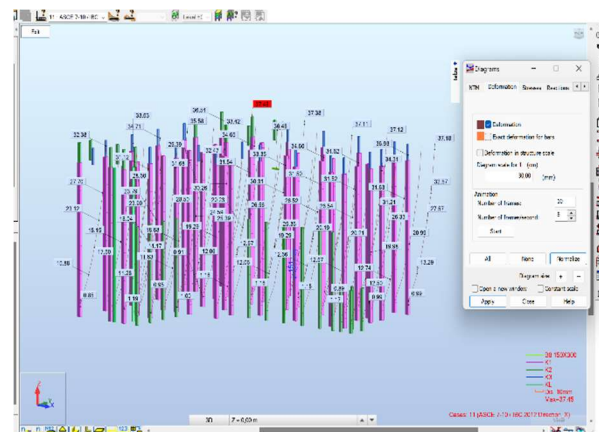


Gambar 6. Kombinasi Pembebanan
Sumber: Hasil Olah Peneliti

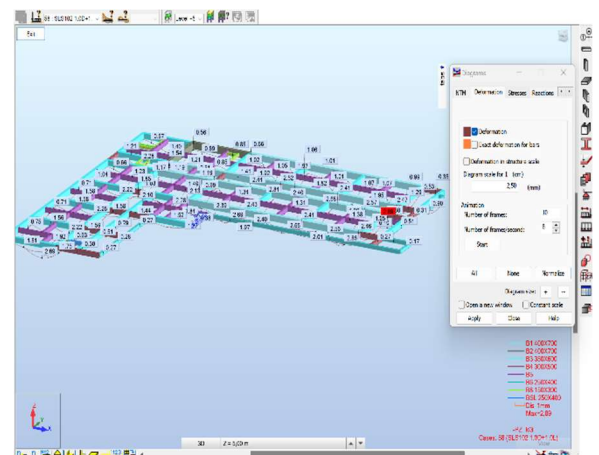


Gambar 7. Running Analysis
Sumber: Hasil Olah Peneliti

Apabila sudah tidak ditemukan kesalahan pada hasil running program, maka dapat dilanjutkan dengan memeriksa simpangan struktur bangunan terhadap gaya gempa dan lendutan terhadap gaya lateral (Gambar 8 dan Gambar 9).



Gambar 8. Pemeriksaan Simpangan Struktur Akibat Gaya Gempa
Sumber: Hasil Olah Peneliti



Sumber: Hasil Olah Peneliti

Dengan menampilkan output volume pekerjaan struktur masing-masing elemen bangunan (kolom, balok dan plat), maka dapat diperoleh volume pekerjaan struktur, khususnya kebutuhan volume pekerjaan beton yang dibutuhkan untuk studi kasus gedung yang ditinjau. Hasil output pada elemen kolom, balok dan plat seperti tercantum pada Gambar 12 – 14. Untuk lebih memperjelas hasil quantity masing-masing elemen, maka diberikan ringkasan hasil sebagaimana tertera pada Tabel 1 – Tabel 3.

Type	Length (m)	Unit Weight(kg/m)	Bar Weight (kg)	Total Weight (kg)	Painting Area (m ²)	Volume (m ³)
S1 400x600	2.4	587.36	1409.66	19735	67.2	8.06
S1 400x600	4.4	587.36	2584.37	2584	8.8	1.06
S1 400x600	5.4	587.36	3171.73	3172	10.8	1.3
S1 400x600	6.4	587.36	3759.08	112772	384	46.08
S1 400x600	7.4	587.36	4346.44	65197	222	26.64
S2 300x500	1.25	367.1	458.87	459	2	0.19
S2 300x500	1.35	367.1	495.58	496	2.16	0.2
S2 300x500	1.9	367.1	697.49	1395	6.08	0.57
S2 300x500	2.4	367.1	881.03	1762	7.68	0.72
S2 300x500	2.5	367.1	917.74	5506	24	2.25
S2 300x500	2.6	367.1	954.45	1909	8.32	0.78
S2 300x500	3	367.1	1101.29	2203	9.6	0.9
S2 300x500	3.1	367.1	1138	3414	14.88	1.4
S2 300x500	3.4	367.1	1248.13	1248	5.44	0.51
S2 300x500	3.5	367.1	1284.84	1285	5.6	0.53
S2 300x500	3.6	367.1	1321.55	5286	23.04	2.16
S2 300x500	4.5	367.1	1651.94	1652	7.2	0.67
Total per section						
S1 400x600	346.4	587.36	203460.3	203460	692.8	83.14
S2 300x500	72.5	367.1	26614.59	26615	116	10.88
Total				230075	808.8	94.01

Quantity Survey Materials

Bar value selection

Quantity Survey Materials

Material list applies to

- ☒ Bar number
- ☒ Bar length
- ☒ Weight per unit length
- ☒ Bar section weight
- ☒ Total section weight
- ☒ Total painting surface
- ☒ Volume
- ☐ All
- ☐ None

OK

Cancel

Help

Quantities

For the active table, columns selected on this tab

☒ will be added ☐ will replace existing ones

Type	Number	Length (m)	Unit weight (kg/m)	Bar weight (kg)	Total weight (kg)	Painting area (m ²)
CONC R F						
S1 400	14	2.40	587.58	1409.66	19735	67.20
S1 400	1	4.40	587.58	2584.37	2034	8.80
S1 400	1	5.40	587.58	3171.73	3172	13.80
S1 400	50	6.40	587.58	3758.08	12772	384.00
S1 400	15	7.40	587.58	4346.44	65197	222.00
S2 300	1	1.25	367.10	458.87	459	1.80
S2 300	1	1.35	367.10	495.58	496	2.16
S2 300	2	1.90	367.10	697.49	1395	6.06
S2 300	2	2.40	367.10	881.03	1792	7.68
S2 300	4	2.95	367.10	917.74	3636	24.00
S2 300	2	2.50	367.10	964.45	1909	9.32
S2 300	2	3.00	367.10	1101.29	2203	8.60
S2 300	3	3.10	367.10	1138.00	3414	14.88
S2 300	1	3.40	367.10	1248.13	1248	5.44
S2 300	1	3.50	367.10	1284.84	1285	5.60
S2 300	4	3.60	367.10	1321.35	5336	23.04
S2 300	1	4.50	367.10	1651.94	1652	7.20
Total per						
S1 400	61	346.40	587.58	20340.30	20340	682.80
S2 300	26	72.50	367.10	26614.59	26615	111.00
Total					230075	808.80
CONC R F						
B1 400	70	7.40	683.25	5070.84	354959	1130.00
B2 400	5	6.40	683.25	4365.80	21628	75.40
B3 400	5	7.40	683.25	5070.84	23554	85.40
B3 350	5	4.40	513.64	2232.32	11307	41.80
B3 350	5	5.40	513.64	2775.28	13876	51.80
B3 350	145	6.40	513.64	3389.20	476034	1763.20
B4 300	80	2.40	367.10	881.03	7048	307.20
B4 300	18	2.50	367.10	917.74	9519	72.00
B5	2	2.23	205.91	682.19	1364	4.88
B5	2	2.50	205.91	764.78	1530	7.50
B5	7	2.80	205.91	865.68	6068	21.75
B5	5	2.65	205.91	810.67	4053	15.88
B5	5	2.70	205.91	825.97	4130	20.25
B5	1	2.75	205.91	841.27	841	4.13
B5	10	3.00	205.91	917.74	9177	36.00
B5	2	3.23	205.91	988.11	1976	9.69
B5	1	3.25	205.91	994.22	994	4.88
B5	5	3.40	205.91	1040.11	5201	25.50
B5	5	3.70	205.91	1131.88	5659	21.75
B5	2	4.60	205.91	1407.21	2814	13.80
B5	1	4.70	205.91	1437.80	1438	7.05
B5	10	6.53	205.91	1997.62	19976	97.95

311

B1 400x700	7,4	685,25	5070,84	354959	1139,6	145,04
B2 400x700	6,4	685,25	4385,6	21928	70,4	8,96
B2 400x700	7,4	685,25	5070,84	25354	81,4	10,36
B3 350x600	4,4	513,94	2261,32	11307	41,8	4,62
B3 350x600	5,4	513,94	2775,26	13876	51,3	5,67
B3 350x600	6,4	513,94	3289,2	476934	1763,2	194,88
B4 300x500	2,4	367,1	881,03	70483	307,2	28,8
B4 300x500	2,5	367,1	917,74	16519	72	6,75
B5 250x500	2,23	305,91	682,19	1364	6,69	0,56
B5 250x500	2,5	305,91	764,79	1530	7,5	0,63
B5 250x500	2,6	305,91	795,38	5568	27,3	2,27
B5 250x500	2,65	305,91	810,67	4053	19,88	1,66
B5 250x500	2,7	305,91	825,97	4130	20,25	1,69
B5 250x500	2,75	305,91	841,27	841	4,13	0,34
B5 250x500	3	305,91	917,74	9177	45	3,75
B5 250x500	3,23	305,91	988,11	1976	9,69	0,81
B5 250x500	3,25	305,91	994,22	994	4,88	0,41
B5 250x500	3,4	305,91	1040,11	5201	25,5	2,13
B5 250x500	3,7	305,91	1131,88	5659	27,75	2,31
B5 250x500	4,6	305,91	1407,21	2814	13,8	1,15
B5 250x500	4,7	305,91	1437,8	1438	7,05	0,59
B5 250x500	6,53	305,91	1997,62	19976	97,95	8,16
B5 250x500	6,6	305,91	2019,04	60571	297	24,75
B5 250x500	6,63	305,91	2028,22	22310	109,4	9,12
B5 250x500	6,65	305,91	2034,33	79339	389,03	32,42
B5 250x500	6,7	305,91	2049,63	2050	10,05	0,84
B5 250x500	7,63	305,91	2334,13	11671	57,22	4,77
B5 250x500	7,65	305,91	2340,25	81909	401,63	33,47
B5 250x500	8,53	305,91	2609,45	13047	63,97	5,33
B6 250x400	0,48	244,73	117,47	1762	9,36	0,72
B6 250x400	1,25	244,73	305,91	306	1,63	0,13
B6 250x400	1,35	244,73	330,39	330	1,76	0,14
B6 250x400	1,9	244,73	464,99	930	4,94	0,38
B6 250x400	2,6	244,73	636,3	1909	10,14	0,78
B6 250x400	2,68	244,73	655,88	656	3,48	0,27
B6 250x400	3	244,73	734,2	2203	11,7	0,9
B6 250x400	3,1	244,73	758,67	6828	36,27	2,79
B6 250x400	3,5	244,73	856,56	2570	13,65	1,05
B6 250x400	3,6	244,73	881,03	10572	56,16	4,32
B6 250x400	3,85	244,73	942,22	4711	25,03	1,93
B7 300x600	2,6	440,52	1145,35	1145	4,68	0,47
B7 300x600	3,6	440,52	1585,86	1586	6,48	0,65
B7 300x600	5,6	440,52	2466,9	2467	10,08	1,01
B7 300x600	6,6	440,52	2907,41	17444	71,28	7,13
B8 150x300	0,25	110,13	27,53	138	1,13	0,06
B8 150x300	0,35	110,13	38,55	193	1,57	0,08
B8 150x300	0,43	110,13	47,36	237	1,93	0,1
B8 150x300	0,6	110,13	66,08	1057	8,64	0,43
B8 150x300	0,85	110,13	93,61	374	3,06	0,15
B8 150x300	1,01	110,13	111,23	222	1,82	0,09
B8 150x300	1,3	110,13	143,17	716	5,85	0,29
B8 150x300	2,65	110,13	291,84	2918	23,85	1,19
B8 150x300	2,68	110,13	295,15	4722	38,59	1,93
B8 150x300	2,7	110,13	297,35	4758	38,88	1,94
B8 150x300	2,75	110,13	302,86	1514	12,37	0,62
B8 150x300	3,18	110,13	350,21	1751	14,31	0,72
B8 150x300	3,2	110,13	352,41	3524	28,8	1,44
B5L 250x400	1,62	244,73	396,47	1982	10,53	0,81
B5L 250x400	1,87	244,73	457,65	2288	12,16	0,94
K1 600x600	1,5	881,03	1321,55	55505	151,2	22,68
K1 600x600	4,2	881,03	3700,35	621658	1693,44	254,02
K1 600x600	5	881,03	4405,17	185017	504	75,6
K2 400x400	1,5	391,57	587,36	8223	33,6	3,36
K2 400x400	3	391,57	1174,71	14097	57,6	5,76
K2 400x400	4,2	391,57	1644,6	32892	134,4	13,44
K2 400x400	5	391,57	1957,86	27410	112	11,2
K3 300x300	2,5	220,26	550,65	11564	63	4,72
KL	1,5	458,87	688,31	2065	9	0,84
KL	4,2	458,87	1927,26	23127	100,8	9,45
KL	5	458,87	2294,36	6883	30	2,81
RB1 150x300	2,65	110,13	291,84	584	4,77	0,24
RB1 150x300	2,7	110,13	297,35	892	7,29	0,36
RB1 150x300	3,65	110,13	401,97	804	6,57	0,33
RB1 150x300	3,7	110,13	407,48	815	6,66	0,33
RB1 150x300	4,7	110,13	517,61	518	4,23	0,21
RB1 150x300	6,7	110,13	737,87	5165	42,21	2,11
RB1 150x300	7,7	110,13	848	4240	34,65	1,73
Total per section						
B1 400x700	518	685,25	354959,13	354959	1139,6	145,04
B2 400x700	69	685,25	47282,2	47282	151,8	19,32
B3 350x600	977	513,94	502116,42	502116	1856,3	205,17
B4 300x500	237	367,1	87002,19	87002	379,2	35,55
B5 250x500	1097,1	305,91	335619,2	335619	1645,65	137,14
B6 250x400	133,93	244,73	32776,94	32777	174,11	13,39
B7 300x600	51,4	440,52	22642,59	22643	92,52	9,25
B8 150x300	200,9	110,13	22124,99	22125	180,81	9,04
B5L 250x400	17,45	244,73	4270,57	4271	22,69	1,75
K1 600x600	978,6	881,03	862180,66	862181	2348,64	352,3
K2 400x400	211	391,57	82621,49	82621	337,6	33,76
K3 300x300	52,5	220,26	11563,58	11564	63	4,72
KL	69,9	458,87	32075,17	32075	139,8	13,11
RB1 150x300	118,2	110,13	13017,29	13017	106,38	5,32
Total				2410252	8638,09	984,85

Gambar 13. Output Pengecoran Kolom
Sumber: Hasil Olah Peneliti

Type	Thicknes (mm)	Unit Weight(kg/m)	Area(m2)	Volume(m3)	Total Weight(kg)
TH 120	120	293,68	3865,22	463,83	1135131
TH130	130	318,15	1121,55	145,8	356821
Total			4986,76	609,63	1491952

Gambar 14. Output Pengecoran Plat
Sumber: Hasil Olah Peneliti

Tabel 1. Output Volume Beton Pada Kolom

Kolom	Total Berat (kg)	Volume (m3)
S1 400x600	203.460	83,14
S2 300x500	26.615	10,88
Total	230.075	94,02

Tabel 2. Output Volume Beton Pada Balok

Balok	Total Berat (kg)	Volume (m3)
Total	241.0252	984,85

Tabel 3. Output Volume Pengecoaan Plat

Tipe Plat	Total Berat (kg)	Volume (m3)
Tebal 120 mm	1.135.131	463,83
Tebal 130 mm	356.821	145,8
Total	1.491.952	609,63

KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil analisis struktur dan penerapan *Robot Structural Analysis Professional* (RSAP) pada perhitungan *bill of quantity*, maka diperoleh volume pekerjaan beton pada struktur kolom adalah 94,02 m³, pekerjaan beton pada struktur balok adalah 984,85 m³, dan pekerjaan beton pada struktur plat adalah 609,63 m³. Hasil analisis menunjukkan bahwa dengan menggunakan *Robot Structural Analysis Professional* (RSAP), kuantitas pekerjaan struktur dapat dengan mudah dan cepat untuk ditampilkan. Hasil ini adalah analisis awal pada implementasi BIM dalam pekerjaan konstruksi, oleh karena itu pada tahapan penelitian selanjutnya akan diintegrasikan hasil yang telah diperoleh sehingga dapat dianalisis kebutuhan biaya dan waktu pelaksanaan pekerjaan Gedung GDH Barat RSUD Sidoarjo.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada semua tim proyek Gedung GDH Barat RSUD Sidoarjo dan Program Studi Teknik Sipil S-1 ITN Malang untuk dukungan data dan kemudahan bagi terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Hanggara, H. N., & Nurchasanah, Y. (2023). Implementasi Building Information Modeling (Bim) Dalam Analisis Struktur Menggunakan Autodesk Robot Structural Analysis Professional Untuk Mengoptimalkan Value Engineering. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil 2023*, 693–698.
- Hendra, D., Karsono, B., Olivia, S., & Azhar. (2022). Pengenalan Peran Platform Digital Bim (Building Information Modelling) Dalam Program Autodesk Revit Bagi Masyarakat Pelajar Kota Lhokseumawe. *Jurnal Solusi Masyarakat Dikara*, 2(3), 166–171. <http://jsmd.dikara.org/jsmd/article/view/50/59>

- Karim, D., Nasution, A., & Ashad, H. (2023). Rekayasa Nilai Pada Bangunan Auditorium Gedung Penunjang Akademik Politeknik Ilmu Pelayaran (PIP) Salodong Makassar. *Innovative: Journal of Social Science Research*, 3(3), 6422–6430. <https://doi.org/https://doi.org/10.31004/innovative.v3i3.2862>
- Lendo-Siwicka, M., Pawluk, K., Kowalczyk, A., & Trach, R. (2019). Bill of quantities and quantity survey of construction works of renovated buildings - Case study. *Open Engineering*, 9(1), 350–358. <https://doi.org/10.1515/eng-2019-0041>
- Nadeem, A., Wong, A. K. D., & Wong, F. K. W. (2015). Bill of Quantities with 3D Views Using Building Information Modeling. *Arabian Journal for Science and Engineering*, 40(9), 2465–2477. <https://doi.org/10.1007/s13369-015-1657-2>
- Pantiga, J., & Soekiman, A. (2021). KAJIAN LITERATUR IMPLEMENTASI BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) DI INDONESIA. *Rekayasa Sipil*, 15(2 SE-Articles), pp.104-110. <https://doi.org/10.21776/ub.rekayasasipil.2021.015.02.4>
- PUPR. (2018). *PERATURAN MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT REPUBLIK INDONESIA NOMOR 22/PRT/M/2018 TENTANG PEMBANGUNAN BANGUNAN GEDUNG NEGARA*. MENTERI PEKERJAAN UMUM DAN PERUMAHAN RAKYAT REPUBLIK INDONESIA.
- Reza Fachlevi, S., Maulana, R., Heicqal Ardian, O., & Novita Sari, S. (2023). Analisis Perbandingan Perhitungan Volume Pada Bill of Quantity Menggunakan Software Autodesk Revit 2022 Dengan Perhitungan Manual Berdasarkan SNI 2847 Tahun 2019 Pada Gedung Serbaguna Di Desa Towangsari 1). *Agustus*, 2(3), 150–164. <https://doi.org/https://doi.org/10.55123/storage.v2i3.2370>
- Zima, K. (2017). Impact of information included in the BIM on preparation of Bill of Quantities. *Procedia Engineering*, 208, 203–210. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.11.039>