

IMPLEMENTASI *BUILDING INFORMATION MODELING* DALAM PERENCANAAN STRUKTUR RUMAH SUSUN SOEKARNO HATTA SEMARANG

Lucky Atho'ul Ahyari⁽¹⁾, Maya Widyaningrum⁽²⁾, Anik Kustirini⁽³⁾, Trias Widorini.⁽⁴⁾

^{1,2,3,4} Universitas Semarang, Indonesia

Koresponden*, Email:luckyahyari@gmail.com

Info Artikel	<i>Abstract (font: Times New Roman 9 pt, bold)</i>
Diajukan : 3 Januari 2023 Diperbaiki : 4 Februari 2023 Disetujui : 15 Februari 2023	<p><i>Activities involving the digitization of construction have a significant impact on the planning of project work. Thus, effective planning requires innovation. Building information modeling must be used when constructing state buildings, according to the Decree of the Minister of PUPR No. 22 of 2018. To get a structure that meets the Indonesian National Standard, it is very important to do structural planning. The structural design of the Soekarno Hatta Flats in Semarang complies with the following Indonesian National Standard (SNI) regulations: SNI 03-1729:2019 (Procedures for Planning Steel Structures for Buildings), Regulations for Planning Loading of Houses and Buildings 1987, I. Wahyudi (Graphs and Calculation Table for Reinforced Concrete), and SNI 1726:2019 (Procedures for Planning Earthquake Resistance for Buildings and Non-Buildings). The upper and lower structures of Soekarno Hatta Flats in Semarang are structurally planned. The structure is planned using SAP 2000 V.22 and Autodesk Revit 2022. Input loads include dead loads, live loads, wind loads, and earthquake loads. The results of the planning use 32 different combinations of seismic loads. There are seven types of beams: B64A, B67, B56A, B45A, B34A, B32A, and B22A. Columns are classified into three types: K88, K97, and K33A. S12A, S12A1, S12B, S12B1, S12C, and S12C1 slabs are available, as well as pile foundations with a diameter of 60 cm.</i></p>
<i>Keywords: background, aim, method, results.</i>	<p>Kegiatan yang melibatkan digitalisasi konstruksi berdampak signifikan pada perencanaan pekerjaan proyek. Maka, agar perencanaan menjadi efektif diperlukan inovasi. <i>Building Information Modeling</i> wajib digunakan saat membangun gedung negara, sesuai Keputusan Menteri PUPR No. 22 Tahun 2018. Untuk mendapatkan struktur yang memenuhi Standar Nasional Indonesia, perencanaan struktur sangat penting dilakukan. Desain struktur Rumah Susun Soekarno Hatta Semarang telah sesuai dengan peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI) berikut: SNI 03-1729:2019 (Tata Cara Perencanaan Struktur Baja Untuk Bangunan Gedung), Peraturan Perencanaan Pembebanan Rumah dan Bangunan 1987, I. Wahyudi (Grafik dan Tabel Perhitungan Beton Bertulang) dan SNI 1726:2019 (Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung). Struktur atas dan struktur bawah Rumah Susun Soekarno Hatta Semarang direncanakan secara struktural. Struktur direncanakan menggunakan SAP 2000 V.22 dan Autodesk Revit 2022. Beban masukan meliputi beban mati, beban hidup, beban angin, dan beban gempa. Hasil perencanaan menggunakan 32 kombinasi beban gempa yang berbeda. Ada tujuh jenis balok: B64A, B67, B56A, B45A, B34A, B32A, dan B22A. Kolom diklasifikasikan menjadi tiga jenis: K88, K97, dan K33A. Tersedia pelat lantai S12A, S12A1, S12B, S12B1, S12C, dan S12C1, serta pondasi tiang pancang dengan diameter 60 cm.</p>

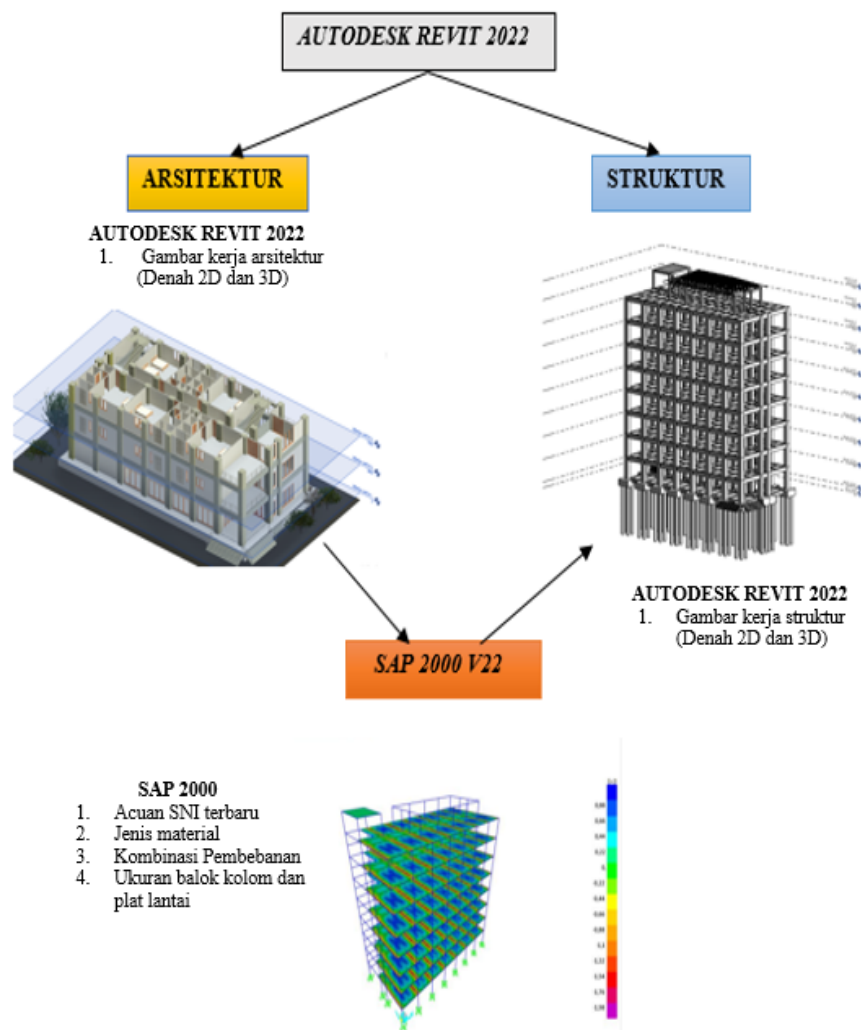
Kata kunci: latar belakang, tujuan, metode, hasil penelitian

1. Pendahuluan

Menurut Dinas Pekerjaan Umum dan Tata Ruang Kota Banda Aceh tahun 2020, BIM atau *Building Information Modeling* merupakan teknologi yang menghasilkan beberapa informasi penting dalam proses desain, konstruksi, dan pemeliharaan serta diintegrasikan ke dalam pemodelan 3D. *Building Information Modeling* ini mulai diimplementasikan pada proyek-proyek strategis di Indonesia untuk mendukung kemajuan teknologi konstruksi. Implementasi BIM penting untuk dikembangkan di Indonesia karena dapat mempercepat proses kerja implementasi proyek. Keterkaitan antara informasi dari berbagai disiplin ilmu dalam satu model 3D menjadi keunggulan dari BIM ini. *Owner* lebih suka membaca gambar proyek dalam tiga dimensi daripada dua dimensi. Pemilik proyek akan lebih mudah memahami gambar teknis yang disampaikan oleh kontraktor dengan gambar 3 dimensi. Terbitnya Peraturan Menteri PUPR No. 22 Tahun 2018 [1] tentang Pembangunan Gedung Negara mewajibkan penggunaan metode BIM untuk gedung negara dengan luas lebih dari 2000 m² dan lebih dari dua lantai. Dengan menggunakan BIM maka dapat mendukung perkembangan revolusi industri 4.0. Rumah Susun Soekarno Hatta Semarang ini berupa Rumah Susun yang bertingkat dengan wilayah yang besar. Pembangunan Rumah Susun Soekarno Hatta Semarang berada di Jalan Soekarno Hatta, Semarang memiliki ketinggian delapan lantai, satu lantai atap. Perencanaan, pembangunan dan pemeliharaan Rumah Susun Soekarno Hatta Semarang sudah wajib menggunakan BIM.

2. Metode

BIM adalah informasi digital yang berasal dari karakteristik fisik bangunan berupa objek BIM tiga dimensi. Sebagai hasil, itu berisi semua informasi tentang semua unsur konstruksi itu. Pemodelan *3D digital (virtual)* [2] yang berisi semua informasi pemodelan terhubung untuk fasilitas koordinasi, visualisasi, dan simulasi untuk semua unsur yang terlibat, sehingga memudahkan pemilik dan penyedia layanan untuk merencanakan, membangun, dan mengelola bangunan.



Gambar 1 Diagram Alur Implementasi *Building Information Modeling*

Perencanaan Struktur Rumah Susun Soekarno Hatta Semarang ini sudah menggunakan metode *Building Information Modeling*. Skema penggunaan *Building Information Modeling* dimulai dengan mengetahui fungsi bangunan tersebut. Untuk tahap selanjutnya memodelkan denah ruang atau arsitektur bangunan Rumah Susun Soekarno Hatta Semarang menggunakan *Software Autodesk Revit 2022* yang akan menghasilkan *output* 2D berupa denah ruang dan *output* 3D berupa bentuk bangunan secara nyata. Dari hasil *output* 2D dan *output* 3D tersebut dapat digunakan sebagai acuan dalam merencanakan kekuatan struktur di *Software SAP 2000 V22*, [3]–[5] maka didapatkan hasil kekuatan struktur bangunan yang akan digunakan sesuai dalam Peraturan Standart Nasional Indonesia. Dilakukan perhitungan struktur manual dan menggunakan excel kemudian dapat dimodelkan dalam *Autodesk Revit 2022* berupa detail *output* 2D dan *output* 3D Struktur bangunan Rumah Susun Soekarno Hatta. *Output* yang dihasilkan meliputi denah dan detail struktur pondasi, kolom, balok dan plat lantai.

Penjelasan Diagram Alur Implementasi *Building Information Modeling*

1. Membuat sketsa desain gedung meliputi denah ruang dan fungsi bangunan tersebut, kemudian di modelkan menjadi model 3D sekaligus bisa didapat *output* 2D berupa gambar kerja denah arsitektur dari *Autodesk Revit 2022*.
2. Mengintegrasikan model 3D ke model struktur di SAP 2000 V22, untuk dapat menentukan material yang digunakan seperti mutu beton[6]–[8], mutu baja, ukuran balok kolom plat, ukuran dan jumlah besi tulangan yang akan digunakan.
3. Setelah didapatkan spesifikasi material yang dibutuhkan, maka dapat di lanjutkan permodelan struktur di *Autodesk Revit 2022*, *output* yang didapatkan berupa gambar 3D dan gambar kerja denah struktur beserta detail struktur sesuai yang di rencanakan.

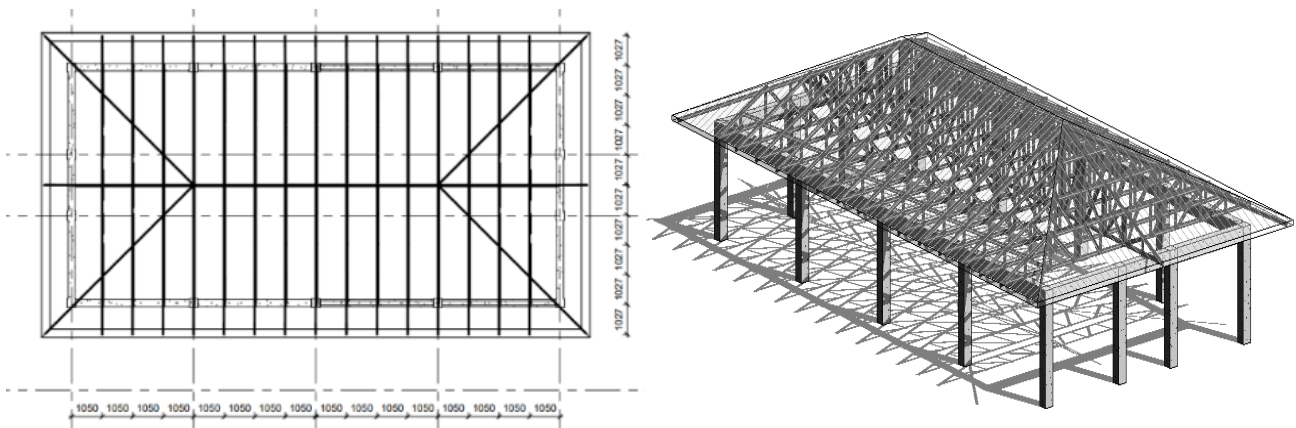
3. Hasil dan Pembahasan

Perencanaan bangunan bawah dan perencanaan struktur atas adalah dua komponen penting dan kunci yang membentuk perencanaan struktur bangunan. Pemilihan tipe struktur atas (*upper structure*) memiliki hubungan yang sangat bergantung pada bagaimana bangunan tersebut beroperasi. Kondisi tanah pondasi, batasan yang dikenakan oleh struktur di atasnya, keadaan lingkungan sekitar, biaya dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan pekerjaan, dan faktor-faktor lain semuanya diperhitungkan saat memilih bangunan bawah (substruktur).

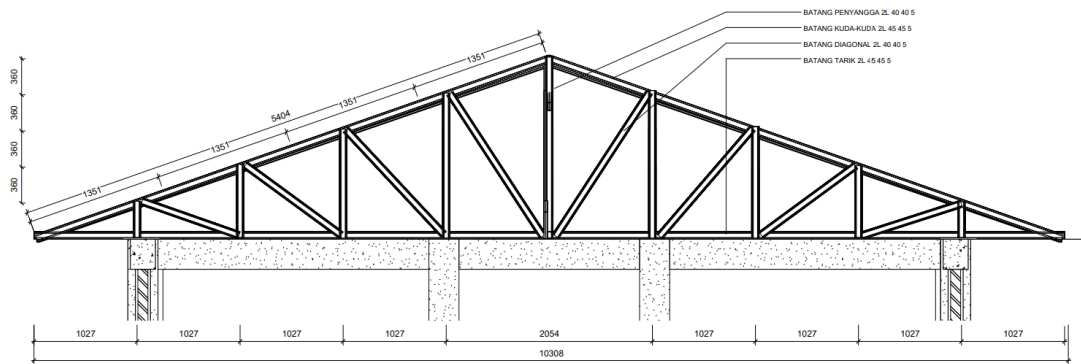
Aspek yang harus di perhatikan dalam perencanaan :

1. Kekuatan struktur, harus dapat dipastikan kekuatannya.
2. Unsur keindahan ada dalam estetika.
3. Struktur harus hemat biaya.

Struktur yang direncanakan memenuhi persyaratan teknis jika semua kondisi ini terpenuhi. Agar perencanaan dapat sejalan dengan tujuan yang ingin dicapai, maka diperlukan perencanaan yang tepat. Alhasil, perencanaan struktur Rumah Susun Soekarno Hatta di Semarang mengacu pada peraturan konstruksi bangunan SNI yang relevan[9], [10]. Struktur digunakan untuk merencanakan atap ini. Rangka atap terdiri dari kuda-kuda, setengah kuda-kuda, kuda-kuda trapesium, dan kuda-kuda setengah trapesium. Perhitungan didasarkan pada panjang bentang kuda-kuda. Pembebanan (beban mati, beban hidup, dan beban angin) harus dipertimbangkan saat menghitung rencana struktur atap ini, diikuti dengan dimensi rangka rangka, memeriksa kekuatannya, dan terakhir menghitung sambungan antar rangka. Gambar berikut menunjukkan representasi yang lebih rinci dari pemodelan struktur atap.

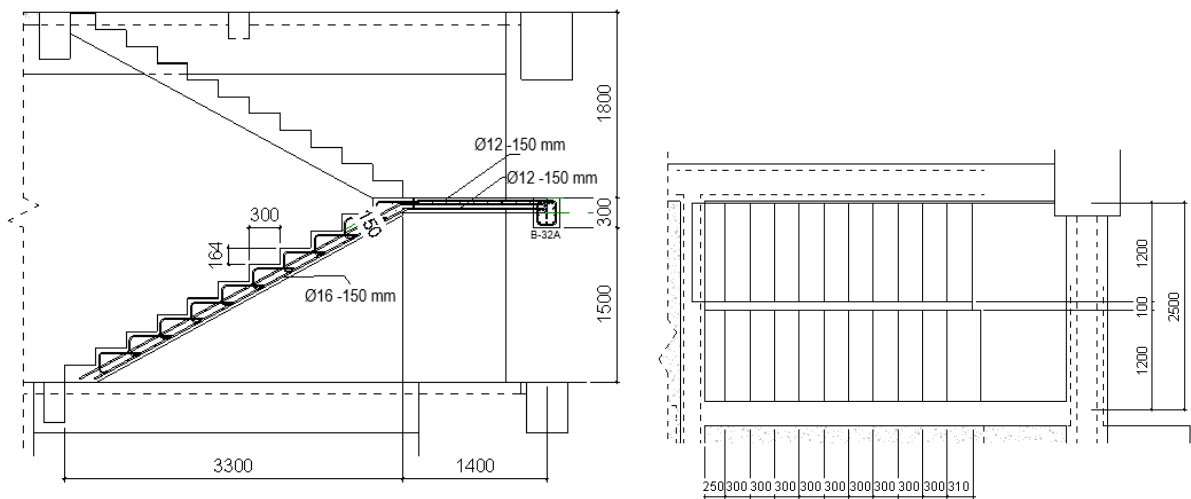


Gambar 2 Perencanaan Denah Rangka Atap



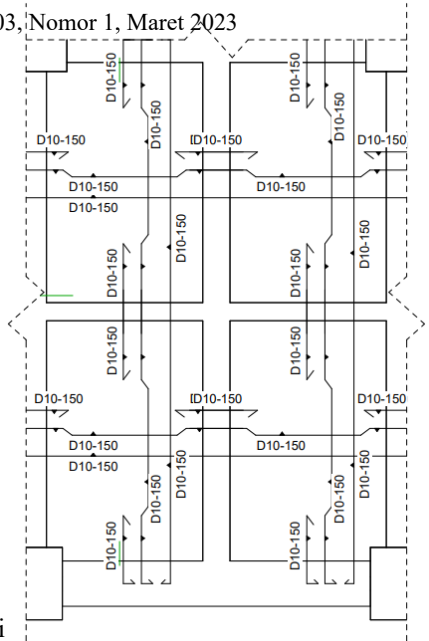
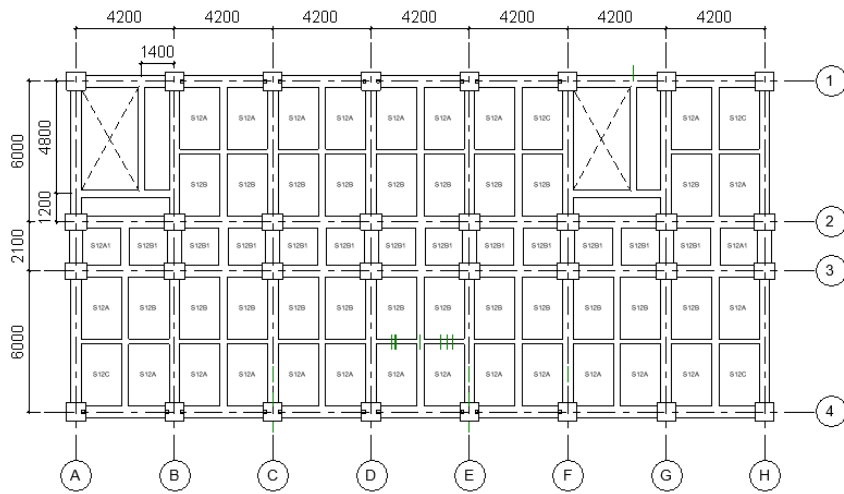
Gambar 3 Struktur Atap

Mengingat fungsi dan kegunaan bangunan yang ada, struktur bangunan ini menggunakan tangga sebagai alternatif lain yang menghubungkan struktur bawah dengan struktur atas, sehingga memudahkan akses atau pergerakan orang dari atas dan bawah maupun sebaliknya. Bangunan ini hanya memiliki satu jenis tangga yaitu tangga penghubung antar lantai. SAP 2000 digunakan untuk melakukan analisis momen pada ruang tangga. Beban yang dihitung adalah beban mati akibat beratnya sendiri dan beban hidup orang yang berada di lantai rumah sakit. SAP 2000 menghitung beban mati secara langsung dengan memasukkan nilai 1 untuk *selfweight multiplier* saat memuat kotak beban (*loadcase*). Kombinasi beban yang dihitung berdasarkan SNI 03-2847-2019 [11], [12].



Gambar 4 Permodelan Tangga

Pelat lantai adalah struktur yang secara langsung menopang struktur balok dan/atau dinding geser. Pelat lantai dimaksudkan untuk menopang beban mati dan beban hidup pada saat yang sama, tergantung pada campuran beban yang bekerja di atasnya. Penggunaan bahan beton mutu pada struktur penahan beban dan mutu tulangan untuk SRPMK, sebagaimana dijelaskan dalam Pasal 18.2.6, menyatakan bahwa tulangan tumpuan lentur dan aksial, atau gabungan keduanya, yang timbul akibat beban gempa haruslah tulangan ulir yang memenuhi SNI Tulangan [13] mutu 420 MPa ($f_y=420 \text{ MPa}$).



Gambar 5 Denah dan Detail Plat Lantai

Parameter Gempa berdasarkan peraturan SNI 1726:2019 [9] dengan uraian sebagai berikut (ketentuan tabel dalam pembahasan ini diselesaikan dengan tabel pada SNI 1726:2019. Didasarkan pasal 4.1.2 (Tabel 1-Kategori risiko bangunan gedung dan non gedung untuk beban gempa) gedung yang direncanakan termasuk ke dalam kategori risiko bangunan IV. Dengan nilai faktor keutamaan gempa $I_e = 1,50$. Penentuan klasifikasi dilakukan dengan menentukan tahanan penetrasi rata-rata (N) seperti pada tabel berikut:

Tabel 6.4.2 Perhitungan Nilai SPT rata-rata

No	Kedalaman (m)	N	Ni
1	2	0	0
2	3	3	1
3	4,5	3	1,5
4	3,5	1	3,5
5	6	2	3
6	6	5	1,2
7	4	12	0,333
8	4,5	4	1,125
9	3,5	24	0,146
10	8	2	4
11	5	1	5
Jumlah	50		20,804

Berdasarkan data tanah di lokasi pembangunan didapatkan nilai $N = 50/20,804 = 2,403$ sehingga termasuk dalam klasifikasi situs tanah lunak (SE).

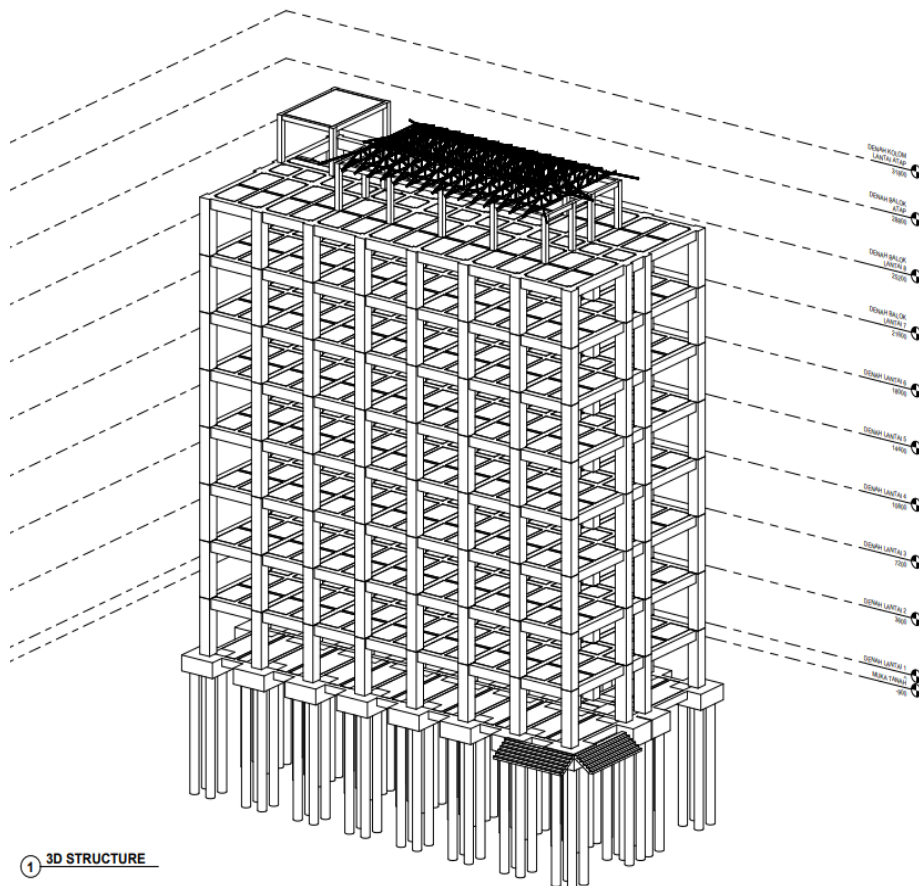
Perencanaan kolom struktur bangunan berdasarkan pada SNI03-2847-2019 [12], [14] Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Adapun langkah-langkah perhitungannya antara lain menentukan gaya yang bekerja seperti: gaya aksial, gaya geser, dan momen maksimum dan didapatkan dari analisis struktur dengan menggunakan program SAP2000.v22.

Tabel 6.5.1 Rekapitulasi Dimensi Balok

No	Balok	Dimensi Balok (mm)	
		b (mm)	h (mm)
1.	B64A	450	600
2.	B56A	500	650
3.	B67	600	700
4.	B45A	400	550
5.	B34A	300	450
6.	B32A	250	300
7.	B22A	200	250

Tabel 6.5.2 Rekapitulasi Dimensi Kolom

No	Kolom	Dimensi Kolom (mm)	
		b (mm)	h (mm)
1.	K88	800	800
2.	K97	900	700
3.	K33A	350	350



Gambar 6 Tampak 3D Struktur

Tiang pancang digunakan dalam perencanaan pondasi. Adapun perhitungannya terdiri dari daya dukung tanah, daya dukung pondasi, jumlah tiang pancang, *pile cap*, serta penulangannya. Pembebanan pada pondasi yang

direncanakan berasal dari beban kolom yang dimasukkan sebagai input data pada program SAP2000 V.22 yang menghasilkan *output* berupa gaya-gaya dalam [3], [4] yang bekerja pada pondasi (reaksi perletakan pada joint tumpuan).

Penyelidikan Tanah

Pekerjaan penyelidikan tanah yang dilakukan adalah uji boring [15], dengan hasil berupa grafik bor log beserta *table* data hasil pengujian berupa jenis lapisan tanah [16], [17], ketebalan masing-masing lapisan tanah, nilai SPT, dan kedalaman muka air tanah.

Spesifikasi Pondasi Tiang Pancang

Perencanaan pondasi tiang pancang menggunakan spesifikasi produk dari Wika Beton sebagai berikut. Data klasifikasi pondasi tiang pancang yang digunakan adalah sebagai berikut:

- 1) Pondasi *type* : A1
- 2) Diameter tiang pancang luar (DL) : 600x600 mm
- 3) Panjang tiang (H) : 12 m
- 4) Mutu beton tiang pancang : K-500
- 5) Berat beton bertulang (wc) : 24 kN/m³

Daya dukung berdasarkan spesifikasi pondasi tiang pancang [15] wika beton *precast*, didapatkan daya dukung tiang $P_u \max = 252,70$ ton dengan nilai $\mu \max = 25,50$ ton.m.

Menentukan Tahanan Aksial Tiang [10]

1. Berdasarkan Kekuatan Bahan

$$\begin{aligned} \text{Luas penampang tiang pancang, } A &= s \times s \\ &= 0,60 \times 0,60 \\ &= 0,36 \text{ m}^2 \end{aligned}$$

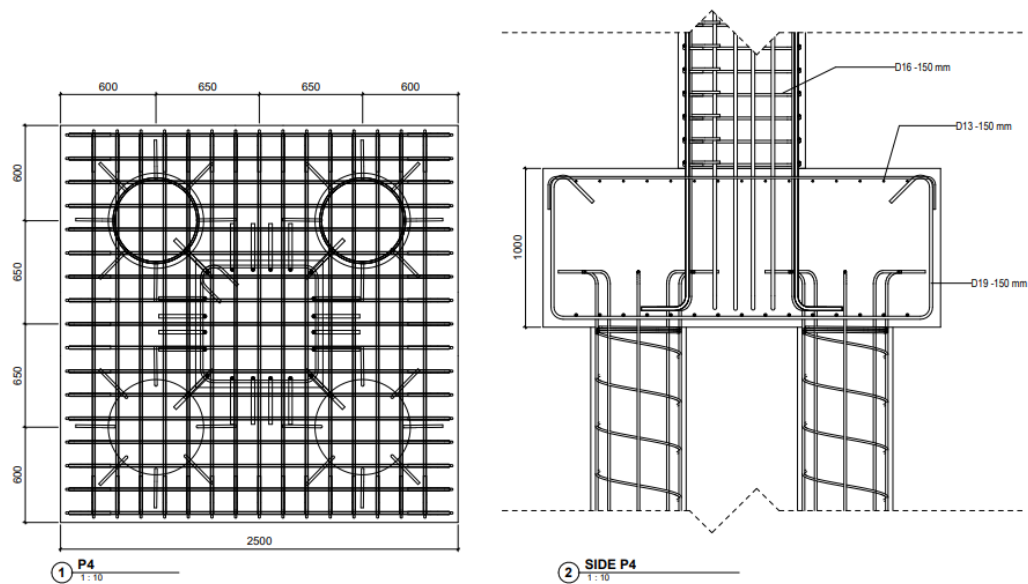
$$\begin{aligned} \text{Berat tiang pancang, } W_p &= A \times L \times w_c \\ &= 0,36 \times 12 \times 24 \\ &= 103,58 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{Kuat tekan beton tiang pancang} = 41500 \text{ kPa}$$

$$\begin{aligned} \text{Kapasitas dukung nominal tiang pancang,} \\ P_n &= 0,30 \times f_c' \times A - 1,2 \times W_p \\ &= 0,30 \times 41500 \times 0,36 - 1,2 \times 103,58 \\ &= 4358,304 \text{ kN} \end{aligned}$$

$$\text{Faktor reduksi kekuatan, } f = 0,60$$

$$\begin{aligned} \text{Tahanan aksial tiang pancang} &= f \times P_n \\ &= 0,60 \times 4358,304 \\ &= 2614,982 \text{ Kn} \end{aligned}$$



Gambar 6 Detail Pile Ca

4. Simpulan

Penerapan *Building Information Modeling* menggunakan *software* Autodesk Revit 2022 ini dapat dengan baik dimodelkan permodelan 2D dan 3D pada Perencanaan Struktur Rumah Susun Soekarno Hatta Semarang. Kelebihan penggunaan *Software* Autodesk Revit dapat melakukan permodelan 3D sekaligus dengan permodelan 2D atau gambar kerjanya. Penggunaan BIM dalam Perencanaan Rumah Susun Soekarno Hatta sangat menghemat Waktu dalam pembuatan hasil data yang di inginkan. Untuk Perencanaan Struktur Menggunakan *Software* SAP 2000 harus sesuai pada SNI yang berlaku saat ini, sehingga bangunan yang direncanakan akan sesuai dengan yang direncanakan.

Daftar Pustaka

- [1] PUPR, "Tenaga Ahli Konstruksi Tahun 2018," 2018. .
- [2] Kelven, Budiono, and T. P. Artiningsih, "Perencanaan Struktur Beton Bertulang Bangunan Tingkat Tinggi Tidak Simetris Dengan Program SAP 2000," *J. Online Mhs.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2018.
- [3] D. ROCHMANTO, "KAJIAN BIAYA PELAKSANAAN STRUKTUR BETON BERTULANG, STRUKTUR BAJA DAN STRUKTUR KOMBINASI BAJA – BETON (Studi Kasus : Pembangunan Gedung Depo Arsip Kabupaten Jepara)," Universitas Islam Sultan Agung, 2017.
- [4] R. A. Nugroho *et al.*, "Perencanaan Struktur Gedung 9 Lantai Hotel Sky Sea View Jepara," *J. Civ. Eng. Study*, vol. 01, no. D1, pp. 34–46, 2021.
- [5] Z. Umam, K., Hidayati, N., Saputro, Y. A., "KAJIAN SISTEM MANAJEMEN K3 DAN TINGKAT KECELAKAAN KERJA PADA PEKERJAAN STRUKTUR BAJA DI PLTU TANJUNG JATI B UNIT 5 & 6 JEPARA," *J. DISPROTEK Univ. Islam Nahdlatul Ulama Jepara*, vol. 11, no. 2, pp. 93–101, 2020.
- [6] M. Qomaruddin, K. Umam, I. Istianah, Y. A. Saputro, and P. Purwanto, "Pengaruh Bahan Kalsium Oksida Pada Waktu Pengikatan Pasta Beton Geopolimer dan Konvensional," *J. Eksakta Univ. Islam Indones.*, vol. 19, no. 2, pp. 182–191, 2019, doi: 10.20885/eksakta.vol19.iss2.art8.
- [7] M. Qomaruddin, A. Ariyanto, I. Istianah, and F. Zahro, "Pemanfaatan Limbah Plastik Menjadi Agregat Pada Mortar Geopolimer," *Din. Rekayasa, Univ. Jenderal Soedirman*, vol. 16, no. 2, 2020.
- [8] M. Qomaruddin and S. Sudarno, "Influence of Bottom-Ash Mixed with Gypsum as Concrete Bricks for Wall Construction Material," *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, vol. 8, no. 4, pp. 0–5, 2018.
- [9] B. S. N. Indonesia, "SNI 03-1726-2002: Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Bangunan Gedung," *Badan Standarisasi Nas. Indones. Jakarta*, 2002.
- [10] D. P. Umum, "SK SNI T-15-1991-03 : Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung," *Sk Sni T15-1991-03*, p. 185, 1991.
- [11] M. I. Zidny, W. A. Widiyanto, I. Nurhuda, and ..., "Perencanaan Struktur Gedung Politeknik Kesehatan Semarang," *J. Karya Tek. ...*, vol. 4, pp. 362–370, 2015.

- [12] Badan Standardisasi Nasional, “SNI 2847:2019 Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung,” *Standar Nas. Indones.*, no. 8, p. 720, 2019.
- [13] SNI 2052, “Baja tulangan beton,” *Badan Standardisasi Nas.*, p. 15, 2017.
- [14] 2847:2013 SNI, “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung,” *Bandung Badan Stand. Indones.*, pp. 1–265, 2013.
- [15] S. Megananda, A. Marianti, and S. Indra, “Studi Alternatif Perencanaan Struktur Bawah Gedung Menggunakan Pondasi Bore Pile (Studi Kasus Gedung Pascasarjana Unisma),” *J. Sondir*, vol. 1, pp. 11–12, 2020.
- [16] Y. Fahrizal, Y. A. Saputro, and D. Rochmanto, “Analisis Kepadatan Tanah Pada Akses Jalan Conveyor Pltu Tjb Unit 3 , 4 Dengan Menggunakan Standar Aashto T 191,” *J. Civ. Eng. Study*, vol. 02, pp. 42–48, 2022.
- [17] F. Fahriani and Y. Apriyanti, “Analisis Daya Dukung Tanah Dan Penurunan Pondasi Pada Daerah Pesisir Pantai Utara Kabupaten Bangka,” *J. Fropil*, vol. 3, no. 2, pp. 89–95, 2015.

