

Perancangan Kawasan Perumahan Menggunakan Metode Building Information Modelling

*Andreas Wili Morgen & Veronika Happy Puspasari

Jurusan/Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Palangka Raya

*)andreaswilimorgen@gmail.com

Received: 21 Maret 2024, Revised: 29 April 2024, Accepted: 9 Mei 2024

Abstract

Housing refers to a collection of houses that act as a place to live or habitat, which is equipped with environmental facilities and infrastructure. Housing is designed in the form of residential areas to create organized settlements in urban areas and beyond. Given the importance of designing residential areas effectively and efficiently, it is necessary to use appropriate methods in order to achieve optimal results. One of the methods used is the Building Information Modeling (BIM) method. BIM enables inter-specialization coordination, improved building, and construction control. The BIM method allows its users to manage data accurately and precisely and create 3D building models. This study aims to design and model a residential area on Jalan G. Obos Masuk Buaya Putih Palangka Raya City using BIM Methods. This study was conducted for four months, from November 2023 to February 2024. The data used in this study are data on land area and land boundaries. The results of this study are in the form of 3D models of architecture, structures, and MEPs of a residential area.

Keywords: Design, Residential Area, Building Information Modelling

Abstrak

Perumahan merujuk pada kumpulan rumah yang berperan sebagai tempat tinggal atau habitat, yang dilengkapi dengan fasilitas dan infrastruktur lingkungan. Perumahan dirancang dalam bentuk kawasan perumahan untuk menciptakan permukiman yang terorganisir di daerah perkotaan dan sekitarnya. Mengingat pentingnya perancangan kawasan perumahan dengan efektif dan efisien, maka perlu digunakan metode-metode yang tepat agar dapat mencapai hasil yang optimal. Salah satu metode yang digunakan adalah metode Building Information Modeling (BIM). BIM memungkinkan terjadinya koordinasi antar-spesialisasi, peningkatan keterbangunan, dan pengendalian konstruksi. Metode BIM memungkinkan penggunaanya mengelola data secara akurat dan tepat serta membuat model bangunan 3D. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan memodelkan kawasan perumahan di Jalan G. Obos Masuk Buaya Putih Kota Palangka Raya dengan menggunakan metode BIM. Penelitian ini dilakukan selama empat bulan, yaitu pada bulan November 2023 sampai dengan Februari 2024. Data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data luas lahan dan batas lahan. Hasil dari penelitian ini berupa model 3D arsitektur, struktur, dan MEP suatu kawasan perumahan.

Kata kunci: Perancangan, Kawasan Perumahan, Building Information Modelling

Pendahuluan

Perumahan adalah istilah yang digunakan untuk menggambarkan kumpulan rumah yang berfungsi sebagai tempat tinggal atau habitat, yang dilengkapi dengan infrastruktur dan fasilitas yang terkait dengan lingkungannya. (Setyawan et al., 2022)

Rumah yang dirancang dengan baik melibatkan perencanaan dan desain rumah serta prasarana, sarana, dan fasilitas umum. (Ragazza et al., 2023) Selain itu, rumah sebagai tempat tinggal juga dirancang dalam bentuk kawasan perumahan. Kawasan perumahan dibuat untuk menciptakan permukiman yang lebih terorganisir di kota dan sekitarnya. Meskipun demikian, ini menimbulkan

masalah dalam hal konsumsi energi dan air yang tinggi, manajemen area, dan penyediaan fasilitas bagi penduduknya. (Ratnaningsih et al., 2021)

Kawasan pemukiman adalah istilah yang sama dengan "pemukiman", yang berarti suatu area yang dihuni atau didiami oleh orang-orang dan merupakan bagian penting dari lingkungan hidup kita. (Merli Apriyantika, 2021)

Karena itu, merancang area perumahan secara efisien sangat penting. Metode *Building Information Modelling* (BIM) digunakan untuk mencapai hal ini.

Untuk meningkatkan efisiensi proyek konstruksi, BIM adalah representasi digital yang menggabungkan semua data bangunan sepanjang siklus hidupnya. (Santoso et al., 2023)

BIM memungkinkan untuk membuat gambar model dari bagian bangunan nyata. (Malik Alam Putra & Herzanita, 2022)

Aplikasi metode BIM melibatkan koordinasi informasi antar-spesialisasi, peningkatan keterbangan dan pengendalian konstruksi, simulasi teknologi konstruksi, perhitungan otomatis kuantitas teknik, dan pembentukan model penyelesaian untuk melayani operasi pasca. Spesialisasi harus memperhatikan elemen-elemen tertentu pada tahap desain rinci. (Jia et al., 2017). Perencana proyek konstruksi dapat mengolah dan membuat model bangunan 3D dengan BIM. (Rugas et al., 2023).

Studi ini menggunakan aplikasi berbasis metode *Building Information Modeling* (BIM), *Autodesk Revit*. *Revit* memungkinkan pemodelan berbagai elemen seperti struktur, arsitektur, mekanikal, listrik, dan *plumbing*. (Sadad et al., 2022). Aplikasi ini dapat menghasilkan berbagai informasi, seperti detail proyek konstruksi, jumlah, tahapan, dan lainnya. (Ferial et al., 2022). Penggunaan *Revit* dapat mempercepat perhitungan, mengurangi kesalahan manusia, dan mengurangi perbedaan interpretasi volume. (Laorent et al., 2019)

Penelitian ini juga menggunakan aplikasi analisis struktur *Autodesk Robot Structural Analysis Professional* (RSAP) selain *Revit*. *Robot Structural Analysis Professional* (RSAP) adalah produk Autodesk yang berfokus pada membuat perangkat lunak teknik. *Robot Structural Analysis Professional* (RSAP). Pemodelan, analisis, dan desain komponen struktur yang dipilih adalah beberapa bagian dari program RSAP, yang mencakup berbagai komponen proses desain struktur. (Raharjo., 2023)

RSAP adalah alat pemodelan struktural yang digunakan dalam analisis dan desain bangunan. Dengan kemajuan teknologi komputer, para insinyur dan perencana teknis dapat membuat konstruksi yang kuat dan ekonomis. Untuk merancang bangunan yang tahan gempa, insinyur memerlukan alat seperti RSAP karena waktu mereka biasanya terbatas. (Nuriyah et al., 2024)

RSAP adalah aplikasi analisis struktur yang mendukung metode BIM ketika digunakan bersama dengan aplikasi *Revit*. (Khasanah & Wirakusuma, 2022)

Kemudian dalam analisis struktur dikenal istilah beban mati dan beban hidup sebagai bagian dari analisis struktur.

Beban mati merujuk pada total berat dari bangunan itu sendiri dan semua elemen tambahan yang secara inheren merupakan bagian dari bangunan tersebut. (Hasyim et al., n.d.)

Menurut SNI 1727 - 2020 Pasal 3.1, beban mati didefinisikan sebagai berat total dari semua material konstruksi bangunan yang telah dipasang. Ini mencakup dinding, lantai, atap, plafon, tangga, dinding partisi permanen, finishing, klading bangunan, dan komponen arsitektural dan struktural lainnya, serta peralatan layanan lain yang telah dipasang, termasuk berat keran.

Kemudian menurut SNI 1727-2020 Pasal 4.3.1, beban hidup yang harus diperhitungkan dalam desain bangunan dan struktur lainnya adalah beban maksimum yang diantisipasi dari penghuni dan penggunaan bangunan. Namun, beban ini tidak boleh lebih rendah dari beban merata minimum yang ditentukan dalam Tabel 4.3-1 SNI 1727-2020.

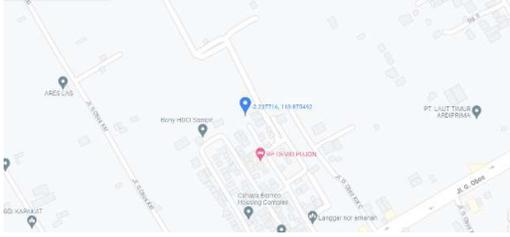
Karena metode BIM masih jarang digunakan pada proyek kawasan perumahan, penelitian ini sangat penting untuk melakukan penyelidikan menyeluruh tentang implementasinya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menggunakan teknik *Building Information Modelling* (BIM) untuk merancang dan memodelkan area perumahan.

Metode

Lokasi Penelitian

Penelitian ini meninjau lokasi yang terletak di Jalan. G. Obos Masuk Buaya Putih, Kelurahan Menteng, Kecamatan Jekan Raya, Kota Palangka Raya, Kalimantan Tengah.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama empat bulan yaitu pada bulan November 2023 sampai dengan Februari 2024 dengan kegiatan membuat permodelan kawasan perumahan.

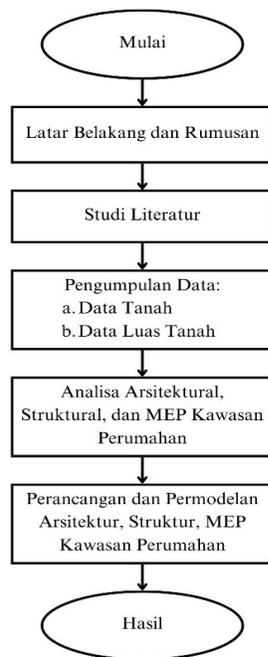
Data Penelitian

Penelitian ini memanfaatkan data sekunder dari literatur dan penelitian terdahulu dari berbagai sumber.

Data tersebut meliputi :

1. Data luas tanah
2. Data batas tanah

Teknik Analisis Data



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

Penelitian ini memanfaatkan teknik analisis data berupa peerancangan dan permdelan kawasan

perumahan tipe 36 dengan aplikasi *Revit* yang merupakan salah satu aplikasi *Building Information Modelling* dan aplikasi RSAP yang digunakan sebagai aplikasi pendukung untuk proses perancangan struktural. Langkah-langkahnya adalah membuat perancangan Arsitektur, Struktur, dan MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing). Lalu, hasil perancangan dipakai untuk permodelan Arsitektur, Struktur, dan MEP (Mechanical, Electrical, Plumbing). Bagan alir yang memuat tahapan-tahapan penelitian dapat dilihat pada gambar 2.

Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian ini dilakukan pembagian tahapan menjadi dua bagian, yakni tahapan perancangan dan tahapan permodelan. Kedua bagian ini kemudian akan dibagi lagi dalam sub tahapan yaitu perancangan dan permodelan Arsitektur, Struktur, dan MEP.

Dalam tahapan perancangan akan dilakukan analisis-analisis yang terkait dengan ketiga unsur ini dan kemudian hasilnya akan digunakan dalam tahapan permodelan.

Perancangan Arsitektur

Perancangan Arsitektur meliputi perancangan tapak, perancangan bangunan, dan perancangan Arsitektur kawasan perumahan. Dalam tahapan perancangan tapak, dilakukan analisis-analisis yang meliputi:

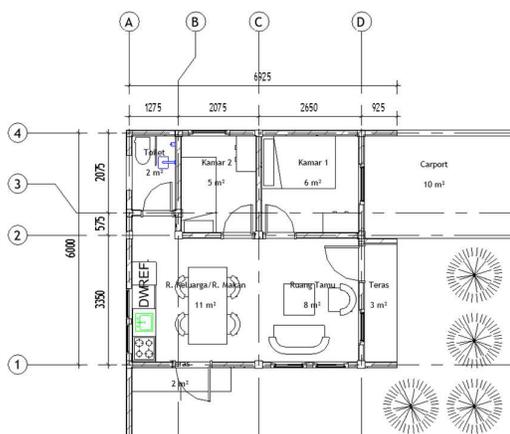
1. Analisis tapak (*site*).
2. Pemilihan tapak.
3. Analisis kebisingan.
4. Analisis sirkulasi.
5. Analisis utilitas.
6. Analisis vegetasi.
7. Analisis matahari

Analisis-analisis ini menghasilkan acuan yang dapat menentukan arah bangunan, sirkulasi kawasan perumahan, bentuk bangunan yang digunakan, serta vegetasi yang ada pada kawasan.

Kemudian setelah analisis tapak, selanjutnya dilakukan analisis bangunan yang terbagi menjadi dua analisis, yaitu:

1. Analisis kebutuhan ruang.
2. Analisis tata letak bangunan rumah.

Tahapan ini menghasilkan denah rumah dan tata letak bangunan rumah. Adapun denah rumah dan tata letak bangunan rumah dapat dilihat pada gambar 3 dan 4.

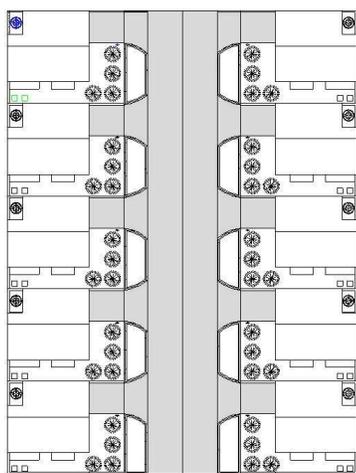


Gambar 3. Denah Rumah Tipe 36



Gambar 4. Rencana Tata Letak Bangunan

Setelah itu, tahapan berikutnya adalah perancangan arsitektur kawasan perumahan. Pada tahap ini dilakukan perancangan sesuai dengan hasil analisis yang sebelumnya sudah dilakukan. Tahapan ini memakai aplikasi Revit untuk membuat model 3D dan visualisasi dari kawasan perumahan. Hasil perancangan dan visualisasi dari kawasan perumahan dapat dilihat pada gambar 5, 6, dan 7.



Gambar 5. Siteplan Kawasan Perumahan



Gambar 6. Visualisasi Kawasan Perumahan



Gambar 7. Tampak Depan Rumah

Perancangan Struktur

Pada tahapan ini dilakukan desain dan analisis struktur menggunakan aplikasi *Robot Structural Analysis Professional (RSAP)*. Aplikasi ini dapat melakukan perhitungan analisa struktur dan menghasilkan detail penulangan yang nantinya akan digunakan dalam permodelan struktur menggunakan *Revit*.

Sebelum memulai analisis struktur, dilakukan perhitungan beban yang akan dimasukkan ke dalam aplikasi RSAP.

Pembebanan menggunakan acuan peraturan SNI 1727:2020 tentang Beban Desain Minimum dan Kriteria Terkait Untuk Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Adapun daftar beban dapat dilihat pada tabel 1 dan 2

Tabel 1. Beban Mati Bangunan

Jenis Beban	Material	Beban (kn/m ²)	Total Beban	Satuan
Sloof	Bata Merah 10 cm	1,87	8,3	kn/m ¹
	Plesteran	0,48		
Lantai	Marble/Marmer	1,58	1,61	kn/m ²
	Spesi	0,02		

Pelat Dak	Instalasi ME	0,25	4,3	kn/m ²
	Water Proofing	0,05		
	Air	3,97		
	Genangan Air	0,01		
Balok	Atap Asphalt Shingles	0,10	1,5	kn/m ¹
	Plywood	0,01		
	Majer Baja	0,31		
	Ringan	0,31		

Tabel 2. Beban Hidup Bangunan

Jenis Beban	Beban (kn/m ²)	Satuan
Hunian	1,44	kn/m ²
Atap	3,36	kn/m ¹

Beban-beban tersebut kemudian akan di *input* ke dalam aplikasi RSAP dalam beberapa *case*, yaitu *Self-Weight* (SW), *Superimposed Dead Load* (SDL), *Live-Load* (LL), dan *Earthquake Load* (E).

Setelah dilakukan proses *input* beban, maka langkah selanjutnya yaitu membuat kombinasi pembebanan. Kombinasi pembebanan yang digunakan adalah:

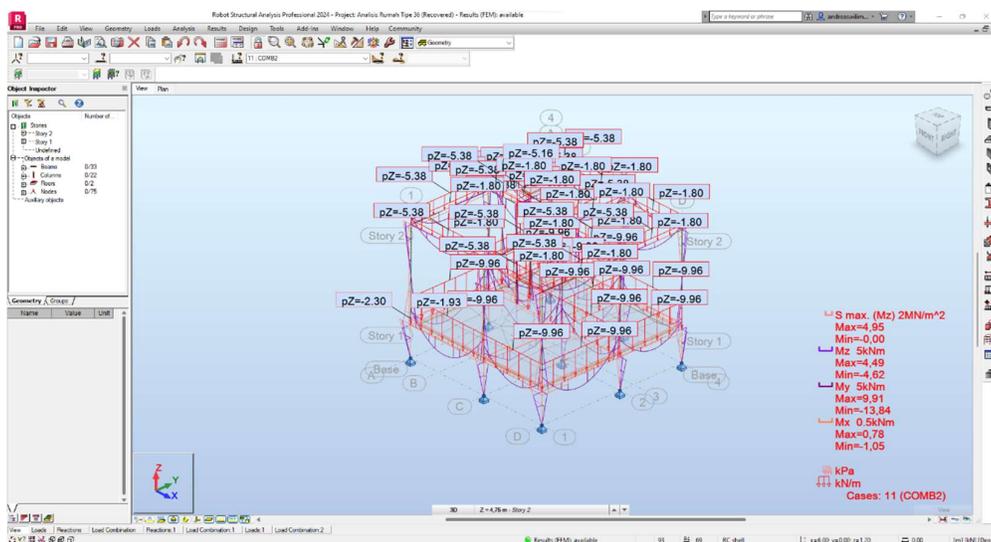
1. 1,4DL
2. 1,2DL + 1,6LL
3. 1,2DL ± LL + Ex
4. 1,2DL ± LL + Ey



Gambar 8. Kombinasi Pembebanan di Robot Structural Analysis Professional

Setelah membuat kombinasi beban, maka langkah selanjutnya adalah melakukan analisis struktur. Pada bagian ini, beban-beban yang dimasukkan beserta dengan kombinasinya dihitung dengan menggunakan aplikasi RSAP. Kemudian, hasil dari analisis struktur ini kemudian akan digunakan untuk menghitung dan membuat penulangan.

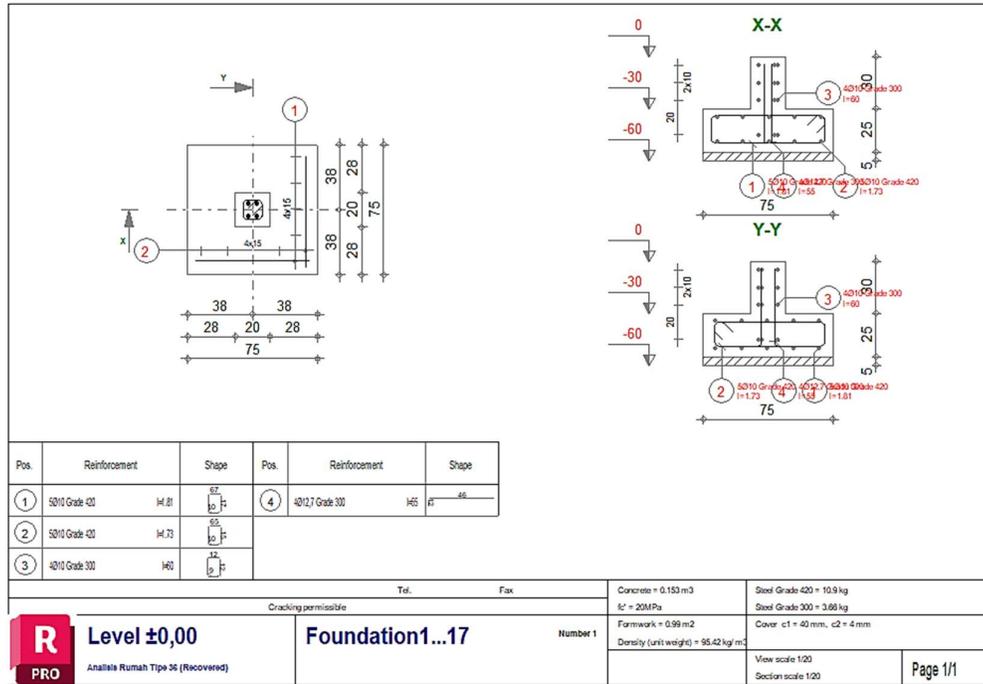
Adapun salah satu hasil analisis kombinasi beban ditampilkan pada gambar 9 berikut.



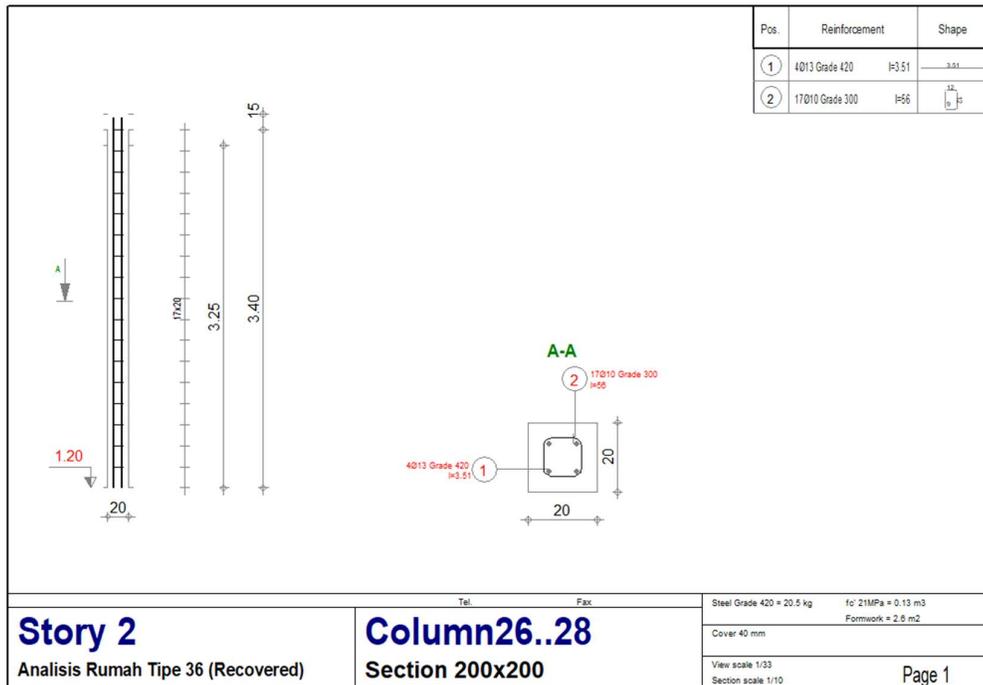
Gambar 9. Hasil Analisis Kombinasi Beban 2

Setelah analisis selesai dilakukan, maka tahap selanjutnya adalah menghasilkan detail penulangan yang secara otomatis dapat dihasilkan pada aplikasi ini. Untuk menampilkan detail penulangan dapat

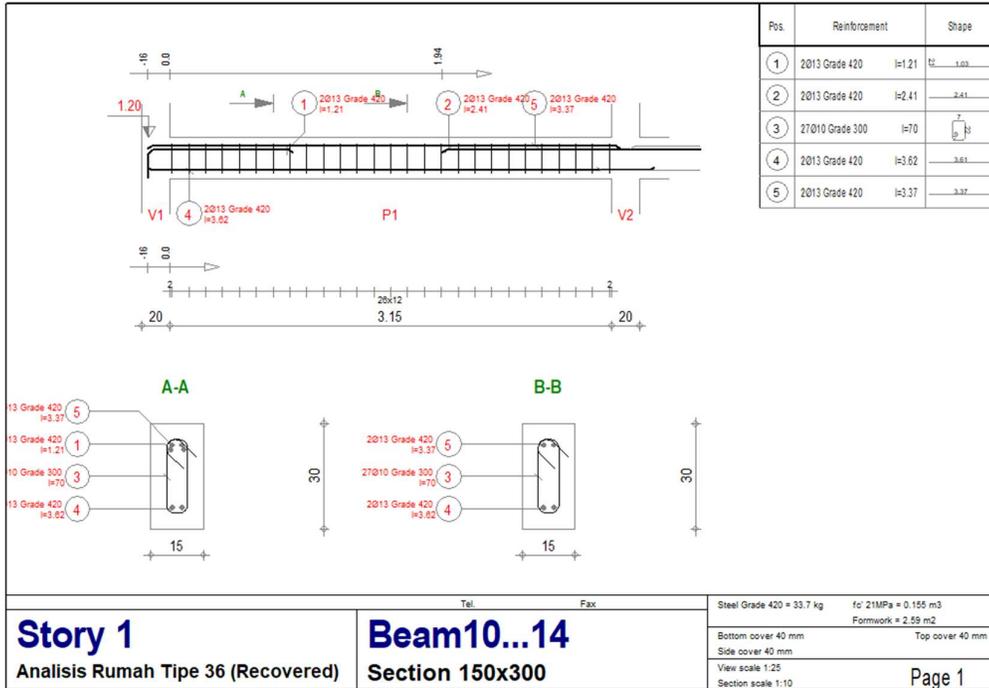
menggunakan *tools Provided Reinforcement of RC Elements* pada *tab Design*. Adapun hasil penggambaran penulangan ditampilkan pada gambar berikut.



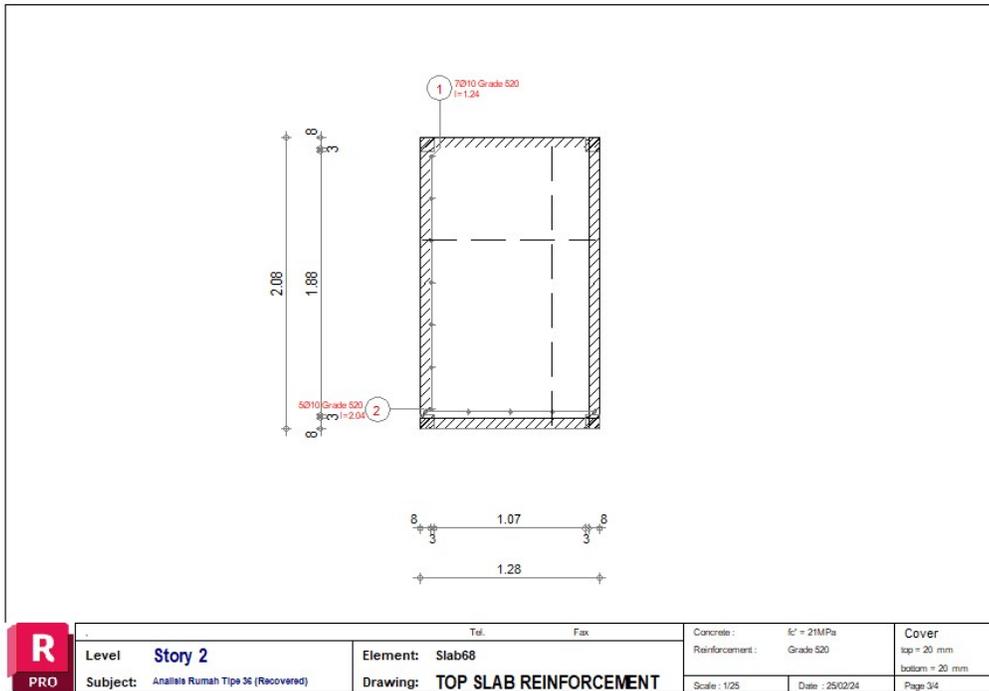
Gambar 10. Detail Penulangan Pondasi



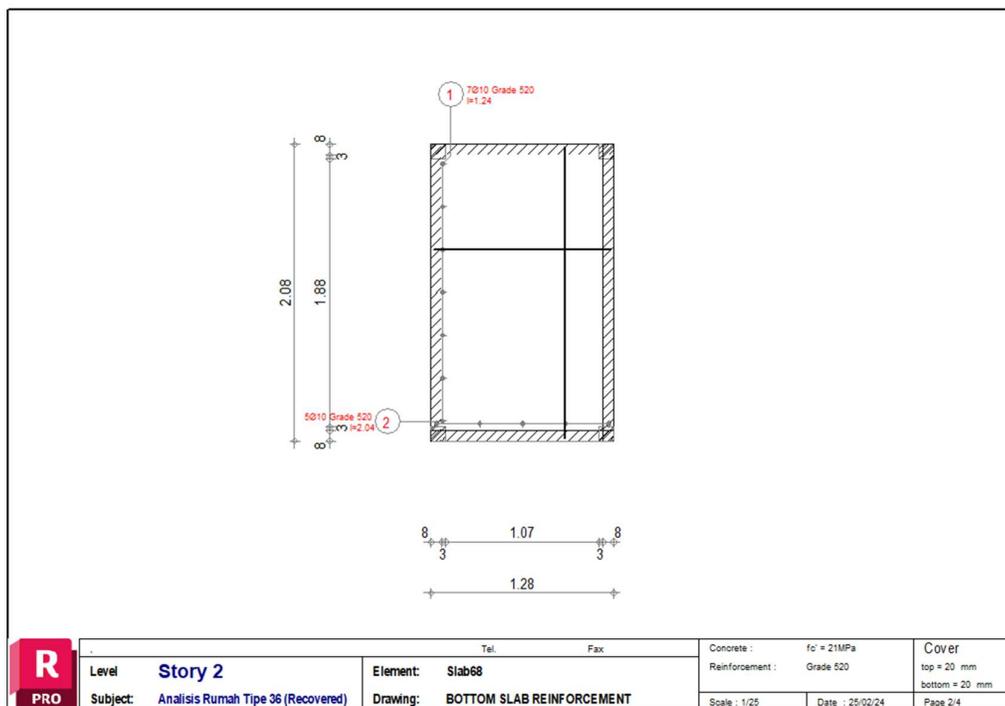
Gambar 11. Detail Penulangan Kolom



Gambar 12. Detail Penulangan Balok dan Sloof

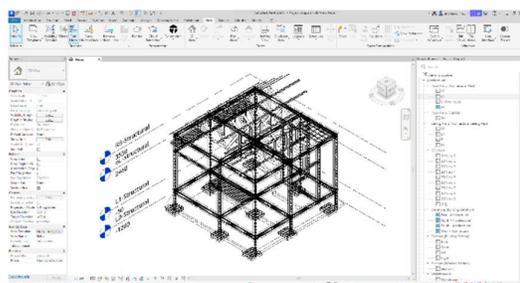


Gambar 13. Detail Penulangan Atas Pelat Dak



Gambar 14. Detail Penulangan Bawah Pelat Dak

Setelah detail penulangan dihasilkan, selanjutnya dilakukan permodelan ulang pada aplikasi *Revit*. Hasil permodelan struktur dapat dilihat pada gambar 21 dan 22.



Gambar 15. Permodelan Struktur dan Penulangan pada *Autodesk Revit*

Perancangan MEP

Perancangan MEP pada perumahan dimulai dengan perancangan *electrical* dengan menentukan jenis lampu, titik-titik lampu, dan komponen *electrical*. Dari perhitungan tersebut, dapat diperoleh total daya yang dibutuhkan untuk 1 rumah. Adapun jenis komponen, jumlah, dan daya listrik dapat dilihat pada tabel 3 berikut.

Tabel 3. Kebutuhan Listrik

No	Jenis	Jumlah	Total	Satuan
1	Lampu Downlight LED K4000	6	60	Watt
2	Lampu Downlight LED K3000	3	10,5	
3	Stop Kontak	4	480	
4	Pompa Air	1	250	

Dari hasil perhitungan didapatkan kebutuhan listrik untuk 1 rumah adalah sebesar 800,5 Watt.

Setelah perhitungan kebutuhan listrik selesai, kemudian selanjutnya dilakukan dengan perancangan *plumbing*. Perancangan *plumbing* dilakukan dengan menghitung kebutuhan air dan *septic tank*.

Adapun perhitungan kebutuhan air adalah sebagai berikut.

Kebutuhan air diperkirakan sebesar 250 liter/orang/hari
 $Q = P \times Q$
 $= 4 \text{ Orang} \times 250 \text{ liter/orang/hari}$
 $= 1000 \text{ liter/hari}$

Penambahan air 20% untuk pancuran air, taman, dan mengatasi kebocoran.

$Q_d = Q + 0,2Q$
 $= 1000 \text{ liter/hari} + 0,2(1000 \text{ liter/hari})$
 $= 1200 \text{ liter/hari}$

Kebutuhan untuk pemakaian selama 8 jam adalah sebagai berikut.

$Q_h = Q_d / t$
 $= 1200 \text{ liter}/8 \text{ jam}$
 $= 150 \text{ liter/jam}$

Kapasitas Pipa

$Q_s = 2/3 \times Q_h$
 $= 2/3 \times 150 \text{ liter/jam}$
 $= 100 \text{ liter/jam}$

Kebutuhan air pada jam puncak adalah sebagai berikut.

$Q_{hmax} = C1 \times Q_h$
 $= 1,5 \times 150 \text{ liter/jam}$
 $= 225 \text{ liter/jam}$

Kebutuhan air menit puncak adalah sebagai berikut.

$Q_{mmax} = C2 \times Q_{hmax}/60$
 $= 3 \times 225/60$
 $= 11,25 \text{ liter/menit}$

Kemudian ukuran tangki yang dibutuhkan untuk mencukupi kebutuhan air adalah sebagai berikut.

$Q_{hmax} = Q_{pu} = Q_{max} = 225 \text{ liter/jam}/60 \text{ menit}$
 $= 3,75 \text{ liter/menit}$

$T_p = 60 \text{ menit}$

$T_{pu} = 30 \text{ menit}$

$VE = (Q_{mmax} - Q_{hmax}) T_p - (Q_{pu} \times T_{pu})$
 $= (11,25 - 3,75) 60 - (3,75 \times 30)$
 $= 337,5 \text{ liter}$

Dengan demikian, ditentukan volume tangki adalah 500 liter dengan dimensi :

Diameter : 0,83 m

Tinggi : 1,18 m

Inlet : 3/4 inch

Outlet : 3/4 inch

Drain : 3/4 inch

Lalu untuk penentuan ukuran *septic tank* mengacu pada SNI 2398:2017 tentang Tata Cara Perencanaan Tangki Septik Dengan Pengolahan Lanjutan (Sumur Resapan, Bidang Resapan, *Up Flow Filter*, Kolam Sanita).

Untuk ukuran *septic tank* ditentukan berdasarkan periode pengurasan 3 tahun. Adapun penentuan ukuran *septic tank* ditampilkan pada tabel 4 berikut.

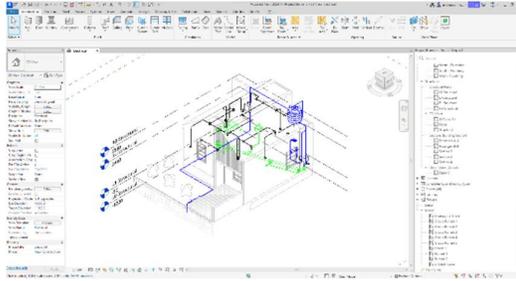
Tabel 4. Ukuran Tanki Septik Dengan Periode Pengurasan 3 Tahun

No	Pemakai (orang)	Sistem tercampur			Volume total (m ³)	Sistem terpisah			Volume total (m ³)
		Ukuran (m)				Ukuran (m)			
		P	L	T		P	L	T	
1	5	1,6	0,8	1,6	2,1				
2	10	2,1	1,0	1,8	3,9	1,6	0,8	1,3	1,66
3	15	2,5	1,3	1,8	5,8	1,8	1,0	1,4	2,5
4	20	2,8	1,4	2	7,8	2,1	1,0	1,4	2,9
5	25	3,2	1,5	2	9,6	2,4	1,2	1,6	4,6
6	50	4,4	2,2	2	19,4	3,2	1,6	1,7	5,2

Dengan pemakai diasumsikan 5 orang, maka ukuran *septic tank* yang digunakan adalah P = 1,6, L = 0,8, T = 1,6.

permodelan MEP pada aplikasi *Revit* adalah sebagai berikut:

Setelah semua selesai dihitung, maka dilakukan permodelan pada aplikasi *Revit*. Adapun



Gambar 22. Permodelan MEP Pada Autodesk Revit

Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa penggunaan metode BIM membuat proses perancangan dan pemodelan menjadi lebih efisien karena mempercepat proses perancangan dengan membuat model 3D dan 2D bangunan secara bersamaan. Selain itu, metode ini mempercepat proses desain, menghilangkan pengulangan yang dapat mempengaruhi penyelesaian desain.

Saran

Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan pada skala kawasan yang lebih besar dengan perencanaan yang lengkap, mulai dari sarana, prasarana, dan fasilitas umum.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dapat selesai dengan baik karena adanya bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, peneliti mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya khususnya keluarga, teman-teman, dan dosen pembimbing yang mendukung serta membimbing dalam proses penelitian ini sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

Daftar Pustaka

- Ferial, R., Hidayat, B., Pesela, R. C., & Daoed, D. (2022). Quantity take-off berbasis building information modeling (bim) studi kasus: gedung bappeda padang. *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS-Unand)*, 17(3). <https://doi.org/10.25077/jrs.17.3.228-238.2021>
- Hasyim, M. N., Ayu, L., Winanda, R., Surya, H., & Sunarwadi, W. (n.d.). *Seminar Nasional 2023 SEMSINA 2023 Sinergitas Era Digital 5.0 dalam Pembangunan*.
- Jia, J., Sun, J., Wang, Z., & Xu, T. (2017). The Construction of BIM Application Value System for Residential Buildings' Design Stage in China Based on Traditional DBB Mode. *Procedia Engineering*, 180. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2017.04.246>
- Khasanah, L., & Wirakusuma, I. (2022). Design of Beam Based On BIM Method Using Autodesk Revit and Autodesk RSAP. *EXTRAPOLASI*, 19(02). <https://doi.org/10.30996/ep.v19i02.7884>
- Laorent, D., Nugraha, P., & Budiman, J. (2019). Analisa Quantity Take-Off Dengan Menggunakan Autodesk Revit. *Dimensi Utama Teknik Sipil*, 6(1). <https://doi.org/10.9744/duts.6.1.1-8>
- Malik Alam Putra, A., & Herzanita, A. (2022). Identifikasi Parameter Input Estimasi Biaya Pada Bim (Building Information Modeling). *Jurnal ARTESIS*, 2(1). <https://doi.org/10.35814/artesis.v2i1.3761>
- Merli Apriyantika. (2021). Pemetaan Persebaran Kawasan Permukiman Menggunakan Sistem Informasi Geografis Di Kecamatan Gunungpati, Kota Semarang. *Jurnal Cakrawala Ilmiah*, 1(2). <https://doi.org/10.53625/jcijurnalcakrawalainonesia.v1i2.492>
- Nuriyah, S., Naibaho, A., Asukmajaya, B., Manajemen, M., Konstruksi, R., Sipil, J. T., Malang, P. N., Jurusan, D., & Sipil, T. (2024). Analisis Alternatif Perencanaan Struktur Terowongan Pengelak (Tunnel) Pada Bendungan Bagong Kabupaten Trenggalek. In *JOS-MRK* (Vol. 5, Issue 1). <http://jos-mrk.polinema.ac.id/>
- Ragazza, E. A. P., Kusumastuti, K., & Miladan, N. (2023). Pemenuhan standar layak huni infrastruktur lingkungan pada Perumnas Jeruksawit Permai di Kecamatan Gondangrejo, Kabupaten Karanganyar. *Region : Jurnal Pembangunan Wilayah Dan Perencanaan Partisipatif*, 18(2). <https://doi.org/10.20961/region.v18i2.59334>
- Ratnaningsih, A., Kriswardhana, W., & Ufiantara, H. (2021). Analisis Investasi Kawasan Hijau Perumahan Berdasarkan GreenShip Neighborhood V.1.0 (Studi Kasus Istana Kaliwates Regency). *Teras Jurnal : Jurnal Teknik Sipil*, 11(1). <https://doi.org/10.29103/tj.v11i1.344>

- Raharjo, B. A. R. (2023). Perbandingan Desain Elemen Struktur Pada Bangunan Gedung Secara Manual dan Dengan Software RSAP 2022. *Jurnal Qua Teknik*, 13(1). <https://doi.org/10.35457/quateknika.v13i1.2626>
- Rugas, Z., Purwantoro, A., Struktur, P., & Bertingkat..., P. B. (2023). *Perancangan Struktur Pada Bangunan Bertingkat Menggunakan Metode Building Information Modeling* (Vol. 1, Issue 2).
- Sadad, I., Jaya, F. H., & Januar, I. W. (2022). Implementasi BIM Take Off Quantity Material Struktur Abutment Jembatan Terhadap Volume Rencana. *Teknika Sains: Jurnal Ilmu Teknik*, 7(2). <https://doi.org/10.24967/teksis.v7i2.1960>
- Santoso, I. S., Suroso, A., & Amin, M. (2023). Pengaruh Tingkat Penerapan BIM 5D Terhadap Kinerja Biaya Proyek Konstruksi. *Konstruksia*, 14(2). <https://doi.org/10.24853/jk.14.2.83-92>
- Setyawan, M. R., Amri, I., & Hilda. (2022). Rancang Bangun Sistem Pencarian Perumahan Di Kota Sorong Berbasis Android. *Insect (Informatics and Security): Jurnal Teknik Informatika*, 7(2). <https://doi.org/10.33506/insect.v7i2.1819>