
IMPLEMENTASI *BUILDING INFORMATION MODELING* (BIM) DALAM ANALISIS STRUKTUR MENGGUNAKAN AUTODESK ROBOT STRUCTURAL ANALYSIS PROFESSIONAL UNTUK MENGOPTIMALKAN *VALUE ENGINEERING*

Hananta Nur Hanggara¹, Yenny Nurchasanah²

¹Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
Kartasura, Surakarta

*E-mail: hnurhanggara@gmail.com

Abstrak

Perkembangan teknologi konstruksi di Indonesia kini semakin meningkat. Banyak kendala yang terjadi selama proses perencanaan hingga konstruksi, seperti proses perencanaan dalam perhitungan kekuatan struktur bangunan dan gambar *shopdrawing* yang membutuhkan waktu yang cukup lama. Oleh sebab itu, dibutuhkan sebuah inovasi berbasis teknologi yang dapat mengatasi permasalahan tersebut, salah satunya adalah *Building Information Modeling* (BIM). Dengan mengintegrasikan antara proses analisis struktur menggunakan Autodesk Robot Structural Analysis Professional dengan pemodelan 3 dimensi menggunakan Autodek Revit sehingga lebih efektif dan efisien, serta dalam pembuatan *shopdrawing* akan lebih cepat. Berdasarkan penelitian ini, dengan analisa ulang menggunakan Autodesk Robot Structural Analysis Professional didapatkan hasil perhitungan tulangan untuk tulangan balok sebanyak 10 D22, tulangan bawah didapatkan sebanyak 4 D22 dan untuk tulangan lapangan, tulangan atas didapatkan sebanyak 5 D22, tulangan bawah didapatkan sebanyak 5 D22. Serta hasil perhitungan kolom sama dengan data awal untuk tulangan utama sebanyak 22 buah dengan diameter 32 mm. Untuk sengkang pada kolom digunakan 13 mm dengan jarak 100 mm pada daerah lapangan dan 150 mm pada daerah tumpuan.

Kata kunci: Analisis Struktur, Autodesk Robot Structural Analysis Professional, Building Information Modeling (BIM), Value Engineering.

Abstract

The development of construction technology in Indonesia is now increasing. Many obstacles occur during the planning process to construction, such as the planning process in calculating the strength of building structures and *shopdrawing* drawings that require a long time. Therefore, a technology-based innovation is needed that can overcome these problems, one of which is *Building Information Modeling* (BIM). By integrating the structural analysis process using Autodesk Robot Structural Analysis Professional with 3-dimensional modeling using Autodek Revit so that it is more effective and efficient, and in making *shopdrawing* will be faster. Based on this study, with reanalysis using Autodesk Robot Structural Analysis Professional, the calculation results for 10 D22 beam reinforcement were obtained, the lower reinforcement was obtained as much as 4 D22 and for field reinforcement, the upper reinforcement was obtained as much as 5 D22, the lower reinforcement was obtained as much as 5 D22. And the column calculation results are the same as the initial data for the main reinforcement as many as 22 pieces with a diameter of 32 mm. For the column is used 13 mm with a distance of 100 mm in the field area and 150 mm in the fulcrum area.

Kata kunci: Structure Analysis, Autodesk Robot Structural Analysis Professional, Building Information Modeling (BIM), Value Engineering.

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi konstruksi terus mengalami peningkatan seiring dengan banyaknya pembangunan gedung-gedung bertingkat. Salah satu perkembangan teknologi konstruksi adalah *Building Information Modeling* (BIM). BIM merupakan representasi digital dari

karakteristik fisik dan karakter fungsional dari suatu bangunan yang mencakup beberapa informasi penting dalam proses desain, konstruksi, dan pemeliharaan, yang saling terintegrasi (Krisbandono dkk., 2019; Mieslenna & Wibowo, 2019).

BIM adalah sumber informasi yang digunakan dalam pengambilan keputusan dari proses desain hingga pembongkaran (Azhar & Behringer, 2013). BIM memiliki kelebihan lebih baik untuk menilai dalam pengoptimalan desain, konstruksi, dan biaya secara akurat dan terintegrasi penuh (Ramdani dkk., 2022).

Di Indonesia penggunaan BIM dalam proses konstruksi telah dibuat peraturan oleh pemerintah yang tertuang dalam Peraturan Pemerintah No. 16 Tahun 2021 tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-Undang Nomor 28 Tahun 2022 tentang Bangunan Gedung. Padat Teknologi wajib menggunakan BIM paling sedikit sampai dimensi kelima (Peraturan Pemerintah Republik Indonesia 2021).

Dalam proyek konstruksi terdapat beberapa *stakeholder* yang seperti *owner*, konsultan perencana, konsultan pengawas, dan kontraktor yang dapat mengimplementasikan BIM dalam proyek (Utomo Dwi Hatmoko et al., n.d.). Implementasi BIM dapat dilakukan sedini mungkin dari proses perencanaan, mulai dari desain struktur bangunan untuk lebih awal dalam pengambilan keputusan sebelum masa konstruksi guna meminimalisir keterlambatan yang diakibatkan dari proses desain dan perencanaan (Restu dkk., 2019).

Selain mempermudah dalam pemodelan geometris bangunan, implementasi BIM dapat digunakan dalam manajemen proyek konstruksi terutama dalam komunikasi antar tim (Latupeirissa dkk., 2023). Sehingga dapat meningkatkan produktifitas dan meminimalisir kesalahan kerja dalam tim ataupun individu (Dwi et al., 2022). Implementasi BIM dalam mengoptimalkan *value engineering* memudahkan pelaku jasa konstruksi dalam pemilihan prioritas pekerjaan yang lebih efektif dalam pengendalian biaya proyek (Andrew & Anondho, 2019).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil analisis penulangan balok dan kolom dengan kapasitas beban terbesar pada Tower ITS 2 dengan implementasi BIM menggunakan *software* Autodesk Robot Structural Analysis Professional (Robot SAP) dan Autodek Revit dalam mengoptimalkan *Value Engineering*.

2. METODOLOGI

Data dalam penelitian ini yang digunakan adalah pekerjaan konstruksi pembangunan Tower ITS 2 bagian gedung utama struktur beton dan tidak memperhitungkan area *annex*. Kemudian dilakukan pemodelan hasil dari integrasi Autodesk Robot Structural Analysis Professional

2023 dan Autodesk Revit 2023 dengan mengimplementasikan BIM.

Pemodelan struktur yang dilakukan di Autodesk Robot SAP untuk diberikan pembebanan mengacu pada SNI-1727-2020 dan dianalisa untuk ketahanan gempa mengacu pada SNI-1726-2019. Hasil analisa difokuskan kepada kolom dan balok dengan kapasitas beban terbesar untuk dilakukan analisa lanjutan dalam perhitungan tulangan.

Setelah mendapatkan perhitungan tulangan yang mencukupi dari Autodesk Robot SAP, kemudian dikomparasikan dengan data yang didapatkan.

3. HASIL PEMBAHASAN

3.1 Pembebanan Struktur

Perhitungan untuk pembebanan struktur yang dilakukan sesuai dengan SNI-1727:2020 Pedoman Pembebanan Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Sedangkan untuk beban hidup berdasarkan SNI-8900:2020 dan PPPURG 1987 untuk berat sendiri material. Dalam pembebanan untuk beban gempa sesuai dengan SNI-1726:2019.

Beban-beban yang bekerja pada Tower ITS 2 adalah sebagai berikut:

- a. Beban Mati (*Dead Load*)
 - Berat sendiri struktur bangunan otomatis dihitung dari Robot SAP.
 - Beban mati tambahan pada balok 348 kg/m².
- b. Beban Hidup (*Life Load*)

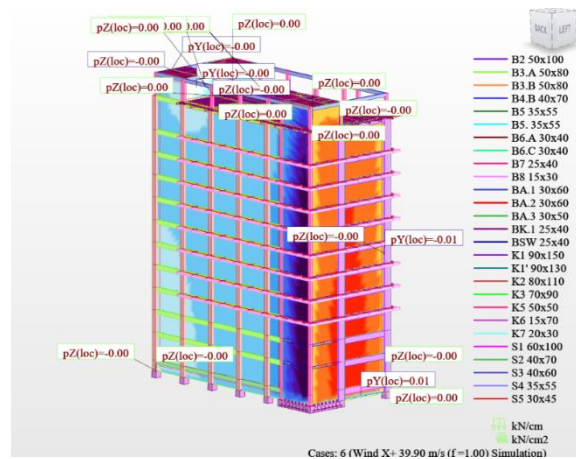
Beban hidup pada area lobi dan koridor lantai pertama, lobi dan koridor di atas lantai pertama, dan ruang kelas berturut – turut 100 kg/m², 80 kg/m², 40 kg/m².
- c. Beban Angin (*Wind Load*)

Perhitungan beban angin menggunakan Autodesk Robot SAP dapat dihitung secara otomatis dengan memasukkan data kecepatan angin dasar dan arah angin sesuai dengan arah bangunan dapat dilihat pada Gambar 1.
- d. Beban Air Hujan (*Rain Load*)

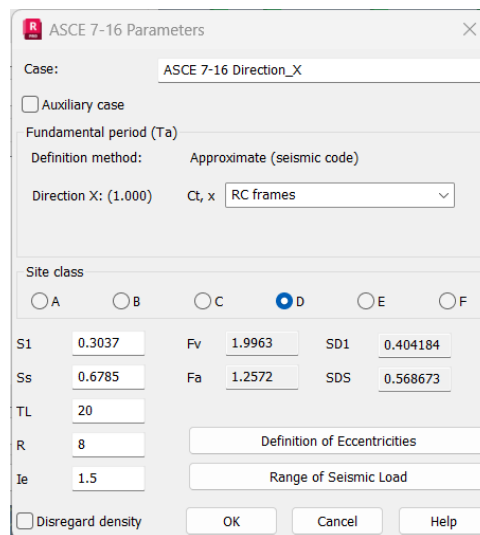
Beban air hujan yang bekerja pada Tower ITS 2 adalah sebesar 196 kg/m².
- e. Beban Gempa (*Earthquake Load*)

Analisis terhadap beban gempa yang bekerja dihitung secara otomatis dari Autodesk Robot SAP dengan parameter data S1, Ss, TL, dan Ie kota Surabaya dari data Desain Spektra Indonesia 2021 sebesar

0,3037, 0,6785, 20, 1.5, data yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Perhitungan Beban Angin



Gambar 2. Perhitungan Beban Gempa

f. Beban Kombinasi

Dengan mengacu pada SNI-1727:2020 beban kombinasi dihitung secara otomatis dengan input beban dan gaya terfaktor.

3.2 Evaluasi Akibat Beban Gempa

3.2.1. Modal Partisipasi Massa

Modal partisipasi massa harus meliputi jumlah ragam terkomposisi sebesar 100% dari massa aktual arah horizontal dan ortogonal. Namun sebagai alternatif analisis diperbolehkan dengan jumlah ragam paling sedikit 90% dari massa aktual arah horizontal dan ortogonal respons yang ditinjau.

Nilai partisipasi massa didapat dari analisis mode getaran menggunakan Autodesk Robot SAP dengan 500 mode getaran. Didapatkan hasil analisa modal partisipasi massa pada arah X dan Y untuk 500 mode getaran

adalah 91,7366% dan 90,3990%, dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Partisipasi Massa Struktur

Mode	Periode (s)	UX (%)	UY (%)
1	1,9710	20,4353	46,4757
2	1,6327	66,4790	66,9016
3	1,0942	66,8624	67,9841
4	0,7783	66,9533	69,5247
5	0,5881	67,2325	69,5870
...
500	0,0856	91,7366	90,3990

3.2.2. Periode Struktur

Hasil yang diperoleh dari Autodesk Robot SAP, nilai periode getar alami struktur (Tc) adalah

1,659 detik untuk arah X dan 1,659 detik untuk arah Y. Nilai (T_c) tidak boleh melebihi nilai koefisien untuk batasan atas pada periode fundamental pendekatan (T_a), sesuai dengan ketentuan yang diatur dalam SNI 1726:2019. Dengan nilai (T_a) sebesar 1,6464 detik dan $C_u.T_a$ adalah 2,3050 detik. Dapat disimpulkan bahwa periode getar alami struktur (T) yang digunakan adalah nilai dari T_a sebesar 1,6464 detik, dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2
Periode Struktur Pada Modal

Case	Mode	Periode	Frequency
Modal	1	1,9710	0,5073
Modal	2	1,6327	0,6125
Modal	3	1,0942	0,9139
Modal	4	0,7783	1,2849
Modal	5	0,5881	1,7005
....
Modal	500	0,0856	11,6769

3.2.3. Gaya Geser dasar (Base Shear)

Kombinasi respon untuk gaya geser dasar ragam statik (V) harus memenuhi 100% dari gaya geser ragam dinamik. Dengan analisa menggunakan Autodesk Robot SAP pada analisis gaya geser dasar struktur akibat beban gempa (respon spectrum) untuk sumbu X dan Y diperoleh masing-masing sebesar 13225,71 kN dan 11833,72 kN.

Pada analisis struktur akibat beban gempa (Static Ekuivalen) untuk kedua sumbu X dan Y diperoleh sebesar 10910,57 kN. Dapat disimpulkan bahwa untuk faktor skala tidak perlu diperbesar, dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3
Kontrol Base Shear

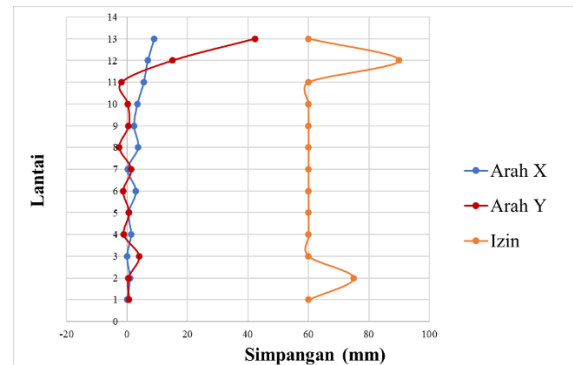
Arah	Base Shear (kN)		Kontrol $V_t \geq V$
	100% Statik (V)	Dinamik (Vt)	
X	10910,57	13225,71	OK
Y	10910,57	11833,72	OK

3.2.4. Simpangan Antar Lantai

Peninjauan terhadap simpangan antar lantai (*Story drift*) perlu dilakukan dalam menjamin stabilitas struktur dalam mencegah kerusakan-kerusakan elemen non struktural dan menjamin kenyamanan dalam penggunaan gedung.

Berdasarkan acuan SNI 1726-2019 simpangan antar lantai yang terjadi terhadap lantai dibawahnya harus kurang dari simpangan yang diijinkan (Δ)/ ρ . Hasil *displacement* tiap lantai diperoleh dari Autodesk Robot SAP

kemudian dikalikan dengan faktor amplifikasi respon untuk dibagi dengan nilai faktor gempa. Simpangan antar lantai tingkat ijin Pada Tabel 3 hasil analisis simpangan antar lantai pada sumbu X dan Y memenuhi persyaratan sesuai SNI 1726:2019 dan didapatkan grafik simpangan antar lantai dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Simpangan Antar Lantai

3.3 Evaluasi Kapasitas Struktur

3.2.5. Evaluasi Kapasitas Tulangan Balok

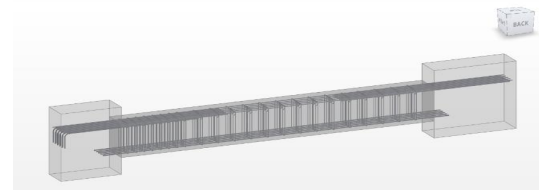
Struktur balok utama yang digunakan sampel evaluasi struktur yaitu pada balok B2.B (500x1000). Dengan didapatkan dari data awal terdapat pada Tabel 4 kemudian dengan menggunakan Autodesk Robot SAP dianalisa untuk mendapatkan desain tulangan. Hasil analisa dari Autodesk Robot SAP dapat dilihat pada Tabel 5. Dengan hasil konfigurasi dari dari Autodesk Robot SAP diperoleh desain tulangan cukup memadai untuk mendukung beban desain dengan rasio kapasitas (D/C) kurang dari 1,0.

Tabel 4. Data Awal Tulangan Balok

Kode Balok	B2.B (500x1000)		
	Tumpuan	Lapangan	
F'c 35 MPa			
	Tul. Atas	13 D25	3 D25
	Tul. Tengah	3 D16	3 D16
	Tul. Bawah	7 D25	5 D25
	Sengkang	D13 - 100	D13 - 150

Tabel 5
Hasil Analisa Tulangan Balok

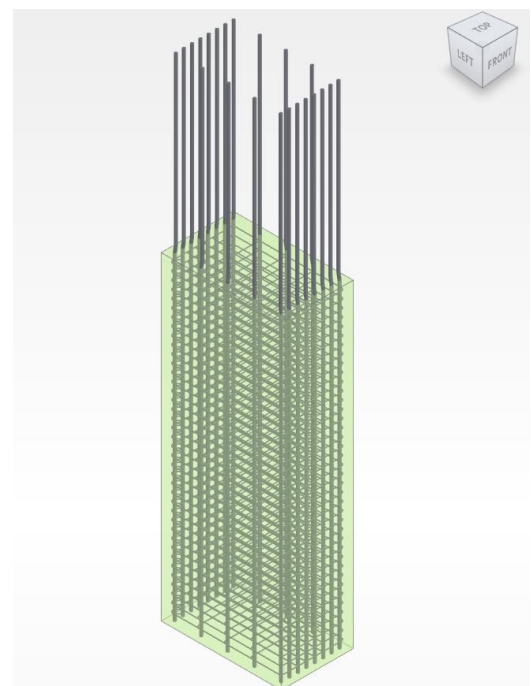
Kode Balok	B2.B (500x1000)	
	Tumpuan	Lapangan
F'c 35 MPa		
Tul. Atas	10 D22	5 D22
Tul. Bawah	5 D22	5 D22
Sengkang	D13 - 100	D13 - 150



Gambar 3. 3D Hasil Analisa Tulangan Balok

Tabel 7
Hasil Analisa Tulangan Kolom

Kode Kolom	K1 (900x1500)	
	Tumpuan	Lapangan
F'c 35 MPa		
Tul. Utama	22 D32	22 D32
Sengkang	D13 - 100	D13 - 150



Gambar 4. 3D Hasil Analisa Tulangan Kolom

3.2.6. Evaluasi Kapasitas Tulangan Kolom

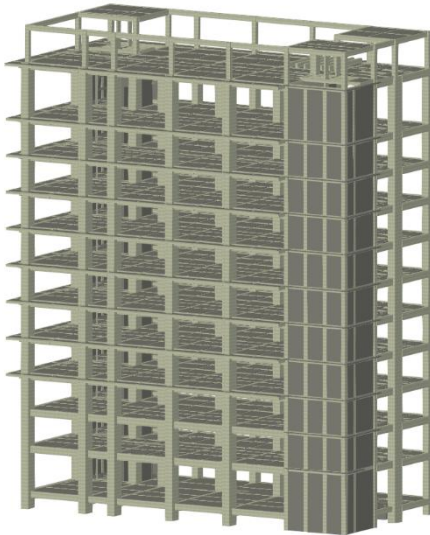
Untuk evaluasi kapasitas struktur kolom yaitu pada kolom K1 (900x1500). Dengan data awal dapat dilihat pada Tabel 6 dengan menggunakan Autodesk Robot SAP dianalisa untuk mendapatkan desain tulangan kolom yang dapat menahan beban desain. Hasil perhitungan tulangan kolom dengan kombinasi gaya aksial dan momen ultimit rencana dalam diagram interaksi kolom dan kapasitas geser tidak kurang dari gaya geser ultimit yang didukung, sehingga diperoleh hasil perhitungan tulangan kolom pada Tabel 7 dan detail 3 dimensi dapat dilihat pada Gambar 4.

Tabel 6
Data Awal Tulangan Kolom

Kode Kolom	K1 (900x1500)	
	Tumpuan	Lapangan
F'c 35 MPa		
Tul. Utama	22 D32	22 D32
Sengkang	D13 - 100	D13 - 150

3.4 Integrasi Autodesk Robot SAP dengan Autodesk Revit

Dalam memaksimalkan penggunaan BIM, hasil akhir dari analisa berupa dimensi ataupun konfigurasi penulangan struktur dapat diingerasikan langsung ke Autodesk Revit. Sehingga tidak perlu memodelan ulang lagi dari awal untuk pemodelan struktur. Dengan mengintegrasikan analisa struktur dan model akan didapatkan kesesuaian desain struktur dengan pemodelannya. Hasil dari integrasi Autodesk Robot SAP dengan Autodesk Revit dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Integrasi dengan Autodesk Revit
4. KESIMPULAN

Perencanaan struktur bangunan dalam pengimplementasian BIM dengan integrasi Autodesk Robot SAP dan Autodesk Revit dapat mengeluarkan pemodelan 3 dimensi struktur beserta penulangan secara detail. Hasil analisa menggunakan Autodesk Robot SAP pada struktur balok B2.B dengan dimensi 500x1000, menghasilkan tulangan tumpuan, tulangan atas didapatkan sebanyak 10 D22, tulangan bawah didapatkan sebanyak 4 D22 dan tulangan lapangan, tulangan atas didapatkan sebanyak 5 D22, tulangan bawah didapatkan sebanyak 5 D22. Sedangkan data awal yaitu pada tulangan tumpuan, tulangan atas didapatkan sebanyak 13 D25, tulangan tengah sebanyak 3 D16, tulangan bawah didapatkan sebanyak 7 D25 dan tulangan lapangan, tulangan atas didapatkan sebanyak 3 D25, tulangan tengah sebanyak 3 D16, tulangan bawah didapatkan sebanyak 5 D25.

Pada Struktur kolom K1 dengan dimensi 900x1500, hasil dari analisa tulangan dengan menggunakan Autodesk Robot SAP yaitu sama dengan data awal untuk tulangan utama sebanyak 22 buah diameter 32 mm. Untuk sengkang pada kolom digunakan 13 mm dengan jarak 100 mm pada daerah lapangan dan 150 mm pada daerah tumpuan.

Implementasi BIM dengan integrasi Autodesk Robot Analysis Professional dengan Autodesk Revit dalam proses perencanaan desain struktur ataupun pemodelan lebih efisien sehingga dapat mengoptimalkan dalam *value engineering*.

DAFTAR PUSTAKA

Indonesia Construction Industry.
<https://doi.org/10.1051/mateconf/20192>

- Andrew, M., & Anondho, D. B. (2019). Evaluasi Kebutuhan Pengguna Jasa Konstruksi dengan Pendekatan Building Information Modeling. In *Jurnal Mitra Teknik Sipil* (Vol. 2, Issue 1).
- Azhar, S., & Behringer, A. (2013). A BIM-based Approach for Communicating and Implementing a Construction Site Safety Plan.
- Dwi, S. *, Asmarayani, V., & Kresnanto, N. C. (2022). Penilaian Efektivitas Implementasi Building Information Modelling (BIM) Pada Proyek Konstruksi Bangunan Gedung (Vol. 16, Issue 4).
- Krisbandono, A., Agustina, V., & Permana, G. P. (2019). Rekomendasi Percepatan Implementasi Building Information Modeling (BIM) pada Pembangunan Infrastruktur Pupr.
- Latupeirissa, J. E., Kristen, U., Paulus, I., Arrang, H., Latupeirissa, J. E. 1, & Hermin, A. 2. (2023). Sustainability Factors of Building Information Modeling (BIM) implementing for Successful Construction Project Managemet Life Cycle in Indonesia Asian Journal of Civil Engineering Sustainability factors of Building Information Modeling (BIM) implementing for successful construction project management life cycle in Indonesia. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2316649/v2>
- Mieslenna, C. F., & Wibowo, A. (2019). Mengeksplorasi Penerapan Building Information Modeling (BIM) pada Industri Konstruksi Indonesia dari Perspektif Pengguna.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia 2021. (n.d.). Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 16 Tahun 2021 Tentang Peraturan Pelaksanaan Undang-undang Nomor 28 Tahun 2002 Tentang Bangunan Gedung. Jakarta. www.peraturan.go.id
- Ramdani, I., Rozandi, A., Budiman, D., & Elena Vladimirovna, K. (2022). Implementasi Building Information Modeling (BIM) Pada Proyek Perumahan. *Polka Narodnogo Opolcheniya Sq*, 4(1), 1. <https://teslink.nusaputra.ac.id/index>
- Restu, F., Rohman, M. A., Manajemen, D., Fakultas, T., Dan, B., & Teknologi, M. (2019). Klasifikasi Faktor-Faktor Penghambat dan Pendorong Adopsi Building Information Modelling (BIM) Di Indonesia.
- Utomo Dwi Hatmoko, J., Fundra, Y., & Agung Wibowo, M. (n.d.). Investigating Building Information Modelling (BIM) Adoption in