



## Evaluasi Perilaku Struktur Gedung Beton Bertulang dengan Metode Elemen Hingga Proyek Pembangunan Banten *Islamic Center*

Rama Pratama<sup>1</sup>, Eko Walujodjati<sup>2</sup>

Jurnal Konstruksi  
Institut Teknologi Garut  
Jl. Mayor Syamsu No. 1 Jayaraga Garut 44151 Indonesia  
Email : [jurnal@itg.ac.id](mailto:jurnal@itg.ac.id)

<sup>1</sup>1911025@itg.ac.id

<sup>2</sup>eko.walujodjati@itg.ac.id

**Abstrak** – Salah satu jenis konstruksi adalah konstruksi gedung suatu infrastruktur penting dalam kehidupan manusia dan banyak dipakai di seluruh dunia. Konstruksi gedung dapat dipakai untuk berbagai aktivitas, seperti kediaman, perkantoran, pusat perbelanjaan, serta semacamnya. Karena itu, teknologi yang dapat membantu membuat rencana gedung menjadi lebih mudah dan saling terhubung diperlukan, yaitu perhitungan analisa struktur gedung ini menggunakan cara elemen hingga (*Finite Element Method*). Hitungan evaluasi juga mengacu kepada SNI 1726,1727, dan 2847:2019. Hitungan beban mencakup beban angin, gempa, mati, dan beban hidup. Struktur atas dan bawah adalah komponen struktur yang di analisis. Hasil dari perhitungan evaluasi bahwa struktur beton mampu menahan beban- beban yang di berikan, di lihat dari kolom dimensi 600 x 600 yang mana momen yang bekerja pada kolom tersebut sebesar 171 kNm sedangkan momen yang mampu di tahan oleh kolom tersebut sebesar 496.7 kNm dengan *ratio* 0.346, sehingga dapat di katakan struktur tersebut sangat aman, tetapi dari sisi efisiensi material yang di gunakan kolom tersebut dapat di katakan boros.

**Kata Kunci** – Evaluasi Struktur; *Finite Element Method*; SNI-1726:2019; SNI-1726:1727; SNI 2847:2019.

### I. PENDAHULUAN

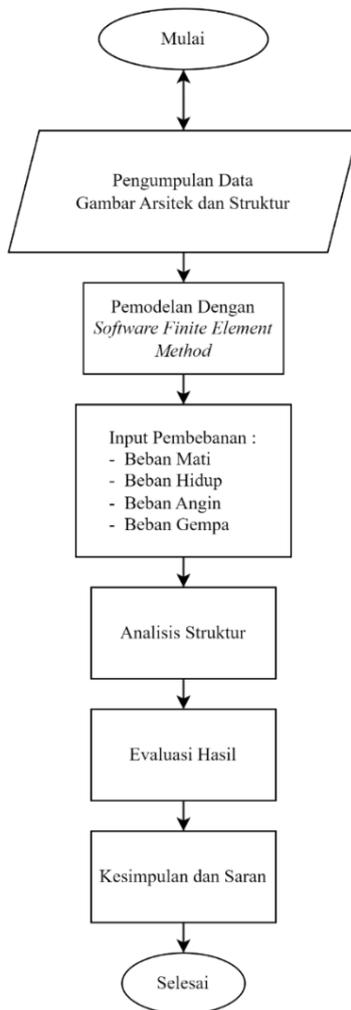
Pembangunan bangunan yang nyaman, aman, efisien, serta berdaya guna sangat dibutuhkan untuk memenuhi keperluan manusia[1]-[2]. Akan tetapi, metode pembangunan gedung sering kali mengalami hambatan, terkait kesulitan pada merancang, membangun, serta mengelola informasi yang terkait dengan bangunan Struktur gedung bertingkat. Akan tetapi, metode pembangunan gedung sering kali mengalami hambatan, terkait kesulitan pada merancang, membangun, serta mengelola informasi yang terkait dengan bangunan Struktur gedung bertingkat dibangun untuk menahan beban-beban semacam beban mati, beban hidup, serta beban gempa yang bisa berakibat pada keamanan serta keamanan penghuninya. Oleh sebab itu, penyusunan bentuk bangunan bertingkat mesti dilakukan dengan teliti serta cermat[3]-[6].

*Finite Element Method*, atau metode elemen hingga, adalah solusi untuk perencanaan gedung yang lebih mudah dan saling terhubung karena perkembangan teknologi informasi yang semakin pesat yang mampu mengali struktur dan membuat detailing elemen struktur

Oleh karena itu, studi perihal Analisis Perilaku Struktur Bangunan Beton Bertulang Menggunakan Finite Element Method (FEM) sangat penting untuk dilakukan.[7] Studi ini bisa memberikan informasi perihal cara analisis struktur beton bertulang menggunakan Finite Element method (FEM), kemampuan struktur beton bertulang disaat menyambut beban mati, beban hidup, serta beban gempa, akibat variasi elemen struktur, serta

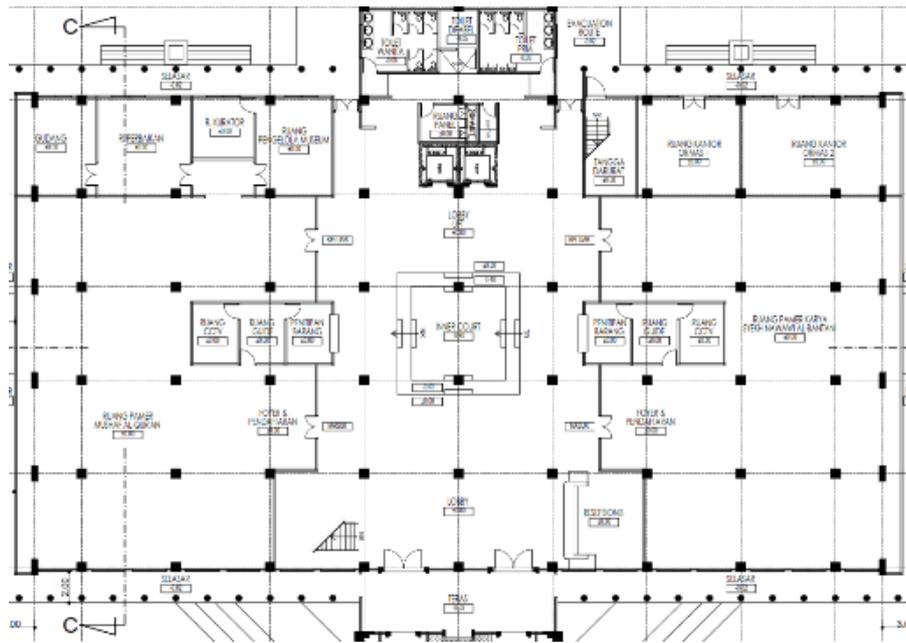
jenis tulangan dalam perilaku struktur beton bertulang[8], penilaian keamanan serta keandalan struktur beton bertulang, dalam perancangan dan perhitungan evaluasi struktur gedung bertingkat beton bertulang. Tujuan penelitian ini dimaksudkan untuk mengetahui serta mengevaluasi kekuatan dan keefisienan dari struktur beton bertulang menggunakan metode elemen hingga dalam menghadapi beban beban yang bekerja.

## II. METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1: Diagram alir penelitian

Penelitian diawali dengan pemngumpulan data gambar arsitek dan struktur didapatkan dari data *Detail Engineering Design* (DED) proyek Banten Islamic Center. Kemudian tahap pemodelan menggunakan *software Finite Element Method* dengan memasukan pembebanan berupa beban mati, angin, gempa dan hidup[9]. Kemudian yaitu analisis struktur yang mengacu pada perhitungan SNI 1726:2019 sebagai acuan untuk kontrol perhitungan gempa[10], SNI 1727-2020 sebagai acuan untuk desain minimum dan beban terkait untuk struktur[11], dan SNI 2847:2019 sebagai acuan untuk syarat beton struktural untuk konstruksi gedung[12]. Dengan denah bangunan dan dimensi sebagai berikut:



Gambar 2: Denah

- Dimensi Balok

- 1. Balok Induk (B1) : 40/60 cm
- 2. Balok Induk (B2) : 30/50 cm
- 3. Balok Anak (BA1) : 25/50 cm
- 4. Balok Anak (BA2) : 20/40 cm

- Mutu Beton :  $f_c$  25 MPa

- BJTP ( $f_y$ ) : 400 MPa

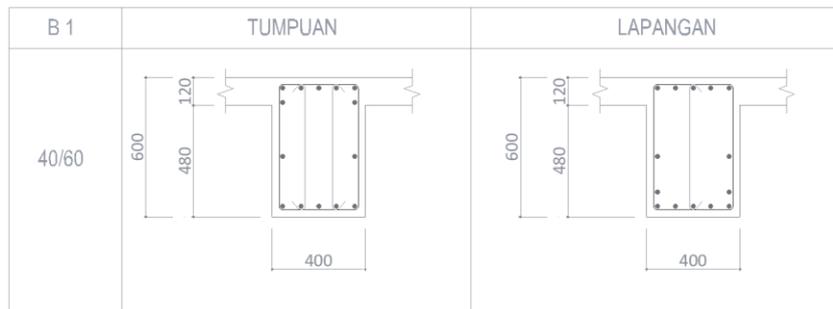
- BJTS ( $F_y$ ) : 240 MPa

- Tebal Pelat : 12 cm

- Dimensi Kolom

- 1. Kolom (K1) : 60/60 cm
- 2. Kolom (K2) : 40/100 cm
- 3. Kolom (K3) : 40/60 cm

- Pelat lantai : 12 cm

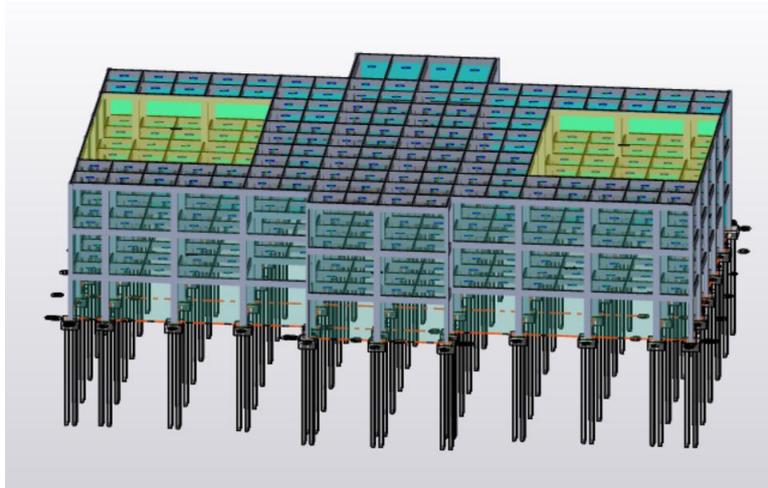


Gambar 3: Detail penulangan balok yang akan di evaluasi

### III. HASIL DAN DISKUSI

#### A. Pemodelan Struktur

Program analisis struktur berbasis Metode Elemen Tunggal (FEM) digunakan untuk memodelkan struktur tiga dimensi, seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 4: Model Tiga Dimensi

## B. Pembebanan Struktur

Pembebanan yang di aplikasikan kedalam program analisis struktur:

1. Beban mati mengacu kepada SNI-1727:2020 tentang pembebanan struktur gedung dengan beban garis pada balok sebesar 2,4 kN/m dan pelat lantai sebesar 0,814 kN/m<sup>2</sup>
2. Beban hidup yang di gunakan mengacu pada SNI-1727:2020 4.800 kN/m<sup>2</sup>
3. Beban gempa mengacu kepada SNI 1726:2019
4. Beban angin Ketentuan tentang beban angin mengacu kepada RSNI 1727:2020 Sistem Penahan Beban Angin Utama (SPBAU)

## C. Pembebanan Struktur

Kombinasi pembebanan untuk di aplikasikan kepada program *Finite Element Method* kombinasi pembebanan *Ultimate* pada SNI 1726:2019:

1. 1.4 D
2. 1,2 D + 1.6 L + 0,5 (Lr atau R)
3. 1,2 D + 1.6 (Lr atau R) + (L atau 0,5W)
4. 1,2 D + 1.0 W + L + 0,5 (Lr atau R)
5. 0,9 D + 1.0 W
6. 1,2 D + Ev + Eh + L
7. 0,9 D – Ev + Eh

Dimana:

- D = Beban Mati  
 L = Beban Hidup  
 Lr = Beban Hidup Atap  
 R = Beban Hujan  
 W = Beban Angin  
 Ev = Beban Gempa Vertikal  
 Eh = Beban Gempa Horizontal

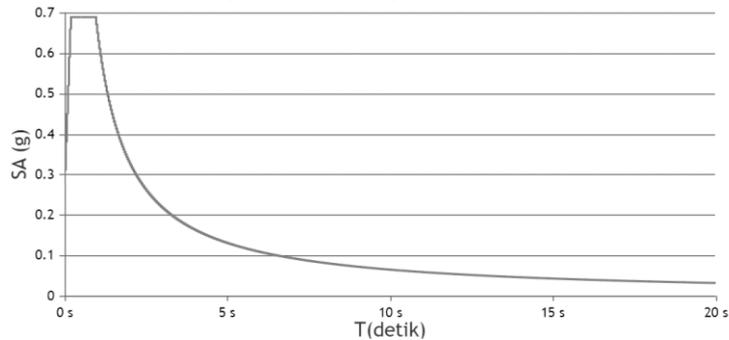
## D. Analisis Gempa Dinamis

Analisis struktur untuk beban gempa mengacu kepada SNI 1726:2019 tentang tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan non gedung dengan data sebagai berikut:

1. Lokasi : Serang

2. Kategori risiko : II (Pada Tabel 3 SNI 1726:2019)
3. Faktor Keutamaan ( $I_e$ ) : 1 (Pada Tabel 4 SNI 1726:2019)
4. Koefisien Resopns : 8 (Pada Tabel 12 SNI 1726:2019)

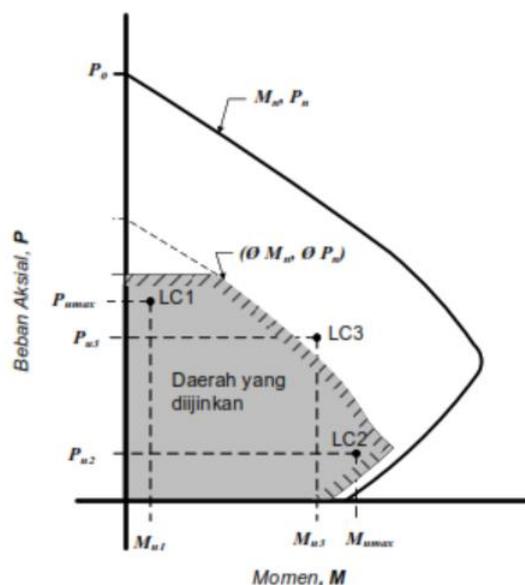
Penentuan grafik spektrum respon desasin di dapat dari halaman web puskim berdasarkan klasifikasi yang di peroleh dari hasil pengujian tanah pada lokasi perencanaan di dapatkan kurva spektrum seperti pada Gambar 3.



Gambar 5: Kurva Spektrum Respons Desain- Kelas Situs: SE

### C. Evaluasi Kolom

Evaluasi kekuatan dari kolom beton bertulang proyek pembangunan Banten Islamic Untuk syarat beton struktur pada bangunan, dilihat pada SNI 2847:2019. Evaluasi kolom beton bertulang ini dilakukan yaitu meninjau beban kritis pada kolom. Untuk evaluasi terhadap pembebanan kritis dilakukan dengan program metode elemen hingga yang di mana di menu tersebut ada pilihan untuk melihat diagram interaksi P-M kolom. Yang dimana menurut SNI 2847:2019 beban kritis dengan menggunakan kombinasi beban terfaktor yang disebabkan oleh gaya aksial maksimum dan momen maksimum, seperti pada gambar 4.

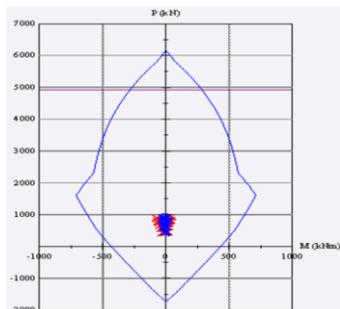


Gambar 6: Kombinasi beban kritis kolom

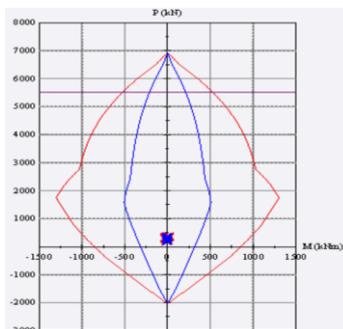
Berikut hasil evaluasi kolom berupa gaya dalam dan diagram interaksi P-M untuk pembebanan kritis terlihat pada Tabel 1 dan Gambar 7, 8, 9 berikut.

Tabel 1: Gaya Dalam Kolom

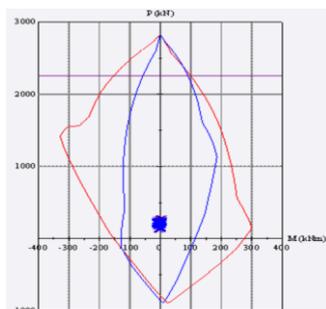
Kolom	Axial Force (kN)	Momen Major (kN.m)	Momen Minor (kN.m)	Shear Major (kN)	Shear Minor (kN)
K1 600 x 600	901.0	-77.0	-18.6	33.2	6.2
K2 400 x 1000	344.7	-29.5	-2.3	13.0	1.0
K3 400 x 600	257.3	-1.3	-11.5	0.6	5.2



Gambar 7: Hasil Evaluasi Kolom K1 600 x 600



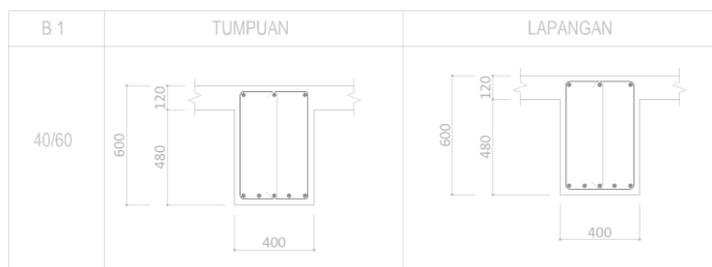
Gambar 8: Hasil Evaluasi Kolom K2 400x 1000



Gambar 9: Hasil Evaluasi Kolom K3 400 x 600

**D. Evaluasi Balok**

Evaluasi Struktur Balok Banten Islamic Center dilakukan dengan membandingkan kebutuhan tulangan balok hasil perhitungan dengan kondisi tulangan eksisting berikut detail penulangan dan hasil perhitungan kebutuhan tulangan balok setelah di evaluasi:



Gambar 10: Hasil Evaluasi Balok 400 x 600

Tabel 2: Evaluasi Balok

Balok 400x 600	Eksisting Lapangan	Eksisting Tumpuan	Hasil Evaluasi Tumpuan	Hasil Evaluasi Lapangan
Tulangan Atas	5 D19	5D19	3 D19	3 D19
Tulangan Bawah	5D19	5D19	5 D19	5 D16
Tulangan Geser	D10-100	D10-150	3 D10-250	3 D10-250

- Luas dan jumlah tulangan tarik yang di butuhkan:

$$A_{st} = \rho \times b \times d \quad (1)$$

$$N = \frac{A_{st}}{A_s} \quad (2)$$

- Luas dan jumlah tulangan tekan yang di butuhkan

$$A_{sc} = \frac{A_s}{2} \quad (3)$$

$$N = \frac{A_{sc}}{A_s} \quad (4)$$

## F. Evaluasi Fondasi

Fondasi yang di gunakan adalah fondasi tiang pancang ukuran (30 x 30) cm dengan kedalaman rata – rata 15 m. Langkah-langkah untuk perhitungan evaluasi fondasi seperti berikut:

1. Menghitung daya dukung tiang pancang

Rumus Meyerhoff (1956)

$$Q_u = 40 \times (N_b \times A_b) + 0,2 \times (N_s \times A_s) \quad (5)$$

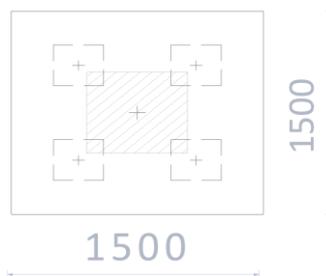
$$Q_a = (Q_u \times \text{Eff}) / \text{SF} \quad (6)$$

Dimana:

- Qu = Daya dukung ultimit fondasi (ton)
- Qa = Daya dukung yang di izinkan (ton)
- Nb = Harga nilai SPT pada elevasi dasar pondasi
- Ab = Luasan dasar fondasi (m<sup>2</sup>)
- Ns = Rata- rata SPT
- As = Luasan selimut fondasi (m<sup>2</sup>)
- Eff = Efisiensi kelompok tuang pancang = 0,8
- SF = *safety Factor*

2. Detail Fondasi

- a. Jenis Fondasi : Pile Cap
- b. Mutu Beton : FC 25
- c. Dimensi Pile Cap : 1500 x 1500 x 80 mm
- d. Jumlah Tiang Pancang : 4
- e. Dimensi Tiang Pancang: 300 x 300 mm



Gambar 7: Detail Fondasi

Tabel 3: Evaluasi Fondasi

Tiang Pancang 30 x 30 cm	Daya Dukung (ton)	P (ton)	Ratio	Status
Tiang Pancang 1	60	20.50	0.402	AMAN
Tiang Pancang 2	60	14	0.274	AMAN
Tiang Pancang 3	60	18	0.356	AMAN
Tiang Pancang 4	60	11.5	0.227	AMAN

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil evaluasi terhadap struktur gedung proyek pembangunan Banten Islamic Center, beberapa kesimpulan dapat diambil. Pertama, struktur bangunan tersebut memiliki kemampuan yang memadai untuk menahan beban-beban yang bekerja. Analisis terhadap dimensi struktur gedung menunjukkan bahwa struktur tersebut mampu menahan gaya-gaya beban, sebagaimana tercermin dalam diagram interaksi kolom. Hal ini menunjukkan kekuatan dan ketahanan struktur terhadap beban dan gaya yang bekerja.

Selanjutnya, dalam evaluasi balok, dimensi eksisting balok sebesar 400 x 600 mm dapat dioptimalkan dengan membandingkannya dengan hasil perhitungan evaluasi. Dari hasil perhitungan, diketahui bahwa jumlah tulangan memanjang atas dan bawah dapat di efisiensi dari dimensi eksisting yang memiliki 5 D19 menjadi 3 D19. Selain itu, tulangan geser yang semula D10-150 dapat dioptimalkan menjadi D10-250. Upaya efisiensi ini menunjukkan bahwa desain struktur balok dapat ditingkatkan tanpa mengorbankan kekuatan dan keamanan struktural.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] L. I. Septiliandri, "Perencanaan Hotel 7 Lantai Berbasis Metode Building Information Modelling Menggunakan Software Tekla Structure Dan Tekla Structural Designer," pp. 5–40, 2019.
- [2] J. I. Kadir, M. Muhammad, S. Tadjono, and H. Himawan, "Evaluasi Desain Struktur Gedung Training Centre II," *J. Karya Tek. Sipil*, vol. 6, no. 1, pp. 428–437, 2017, [Online]. Available: <http://ejournal-s1.undip.ac.id/index.php/jktsTelp.>
- [3] Y. J. Ganindyatama, R. Waluyo, S. Aditama, K. Aidon, F. Teknik, and U. P. Raya, "Perancangan Model Struktur Bangunan Ruko Bertingkat di Lahan Gambut Menggunakan Metode Building Information Modelling," vol. 1, no. 1, pp. 67–73, 2023.
- [4] M. Gunawan, "Penerapan Building Information Modelling (Bim) Pada Proyek Pasar Soreang Kabupaten Bandung," *J. Student Tek. Sipil*, vol. 3, no. 2, pp. 407–420, 2021, doi: 10.37150/jsts.v3i2.1655.
- [5] I. A. Nur Prasetyo, T. Rochman, and W. Wahiddin, "Perencanaan Dan Pemodelan 3D Struktur Gedung Co-Working Space 4 Lantai Soekarno Hatta Kota Malang Berbasis Building Information Modeling (Bim)," *J. JOS-MRK*, vol. 2, no. 1, pp. 78–84, 2021, doi: 10.55404/jos-mrk.2021.02.01.78-84.
- [6] N. Sabina and C. A. Makarim, "Proses Analisa Dinding Galian Basement 7 Lantai Dengan Metode Elemen Hingga," *JMTS J. Mitra Tek. Sipil*, vol. 3, no. 1, p. 49, 2020, doi: 10.24912/jmts.v3i1.6980.

- [7] A. Sciegaj, F. Larsson, K. Lundgren, F. Nilenius, and K. Runesson, “Two-scale finite element modelling of reinforced concrete structures: Effective response and subscale fracture development,” *Int. J. Numer. Methods Eng.*, vol. 114, no. 10, pp. 1074–1102, 2018, doi: 10.1002/nme.5776.
- [8] Z. Nursyifa and E. Walujodjati, “Analisis Kolom Beton Bertulang Baja Ringan,” *J. Konstr.*, vol. 19, no. 2, pp. 318–329, 2022, doi: 10.33364/konstruksi/v.19-2.922.
- [9] PPIUG, “Peraturan-Pembebanan-Indonesia-1983.” pp. 3–32, 1983.
- [10] Sni 1726:2019, “Sni 1726:2019,” *Tata Cara Perenc. Ketahanan Gempa Untuk Strukt. Bangunan Gedung dan Non Gedung*, no. 8, p. 254, 2019.
- [11] BSN, “Beban desain minimum dan Kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain,” *Badan Standarisasi Nas. 17272020*, no. 8, pp. 1–336, 2020.
- [12] SNI 2847, “Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung,” *Standar Nas. Indones.*, no. 8, p. 720, 2019.