

Evaluasi Struktur Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus Pada Gedung KORPRI Kabupaten Garut

Nugi Abdul Chalid¹, Eko Walujodjati^{2*}

^{1,2}Institut Teknologi Garut, Indonesia

*email: eko.walujodjati@itg.ac.id

Info Artikel

Dikirim: 6 Oktober 2023

Diterima: 24 Januari 2024

Diterbitkan: 20 Mei 2024

Kata kunci:

Beton bertulang;

Gaya gempa;

Sistem Rangka Pemikul Momen

Khusus;

Struktur.

ABSTRAK

Untuk menahan gaya gempa pada daerah rawan gempa khususnya pada kategori desain seismik 4,5,6 menurut SNI 1726:2019 maka terdapat suatu perhitungan yang dinamakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK). Tujuan penelitian ini yaitu untuk memahami konsep tahan gempa pada bangunan, merencanakan struktur beton bertulang sesuai prinsip SRPMK dan mengetahui pemenuhan dari kaidah Strong Column Weak Beam yakni kolom di desain lebih kuat dibanding balok. Studi kasus dilakukan pada bangunan KORPRI Kabupaten Garut dengan menggunakan respons spectrum Kabupaten Garut, gedung ini berfungsi sebagai sekretariat dewan pengurus KORPRI kabupaten, juga sebagai penyelenggara pelayanan administrasi umum. Analisa dilakukan dengan mengetahui respons spectrum, modeling, memasukan pembebanan, kombinasi beban. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa untuk memenuhi Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus pada gedung KORPRI Kabupaten Garut dibutuhkan balok yang berukuran 350 x 500 mm dan dimensi kolom 400 x 400 mm dan dipasang tulangan sesuai ketentuan SRPMK yang terdapat pada SNI 2847:2019. Perhitungan tersebut juga sudah termasuk pemenuhan kaidah Strong Column Weak Beam, hal tersebut berkaitan dengan perhitungan pemenuhan rumus SCWB pada SNI 2847:2019.

1. PENDAHULUAN

Kebutuhan terkait hunian atau bangunan yang memenuhi aspek keamanan dan kenyamanan tentu menjadi sesuatu yang wajar diharapkan oleh setiap individu yang menempatinnya. Khususnya dalam perencanaan gedung bertingkat, diharuskan adanya perencanaan yang aman dan juga efisien, serta diharapkan struktur pada bangunan tersebut dapat memikul beban ada seperti beban mati, beban hidup, beban gempa/horisontal, beban angin dan beban tambahan lainnya. Perhitungan struktur yang kompleks dilakukan guna terciptanya struktur yang memiliki kekuatan sesuai dengan perencanaan [1].

Selain faktor struktur yang termasuk kedalam faktor internal dalam bangunan, terdapat juga faktor-faktor eksternal yang harus diperhatikan, contohnya yaitu bencana gempa bumi. Di Indonesia, gempa bumi menjadi salah satu bencana yang rawan terjadi. Hal itu dikarenakan Indonesia ada pada tiga pertemuan lempeng tektonik, yaitu Pasifik, Eurasia, dan Indo Australia. Dengan adanya fakta tersebut tentu harus selaras dengan adanya pencegahan dalam rangka mitigasi bahaya yang dapat timbul dengan adanya gempa bumi tersebut [2], [3].

Terdapat standarisasi untuk struktur bangunan gedung guna tercapainya konstruksi bangunan yang kuat [4]. Hal tersebut guna menjadi parameter bagi perencana dan pelaksana pekerjaan bangunan gedung dalam

membangun konstruksi tersebut. Pada perencanaan bangunan gedung terdapat analisa mengenai perhitungan dimensi struktur, jumlah tulangan, hubungan kolombalok diakibatkan adanya beban horisontal yakni digunakan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) sesuai peraturan SNI 1726:2019 [5], 1727:2020 [6] dan SNI 2847:2019 [7] [8].

Tentu manusia harus berikhtiar untuk tercapainya keselamatan manusia lain dikala bahaya datang, meskipun pada dasarnya semua yang terjadi di dunia atas kehendak Tuhan, tetapi ikhtiar dan do'a juga menjadi bagian dari ajaran-Nya.

Tujuan dari penelitian ini diantaranya untuk mengetahui konsep bangunan tahan gempa, merencanakan struktur beton bertulang sesuai dengan prinsip SRPMK juga mengetahui pemenuhan kaidah *Strong Column Weak Beam* (SCWB). Selain itu penelitian ini berfokus kepada perhitungan struktur kolom dan balok yang akan dihitung sesuai dengan SRPMK dan memenuhi kaidah SCWB.[9]

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi

Tahapan-tahapan yang dilaksanakan seperti yang tertera dibawah:

- 1) Pengumpulan data. Data-data yang menyangkut pada evaluasi bangunan ini diantaranya:
 - a. Data Umum

Jumlah Lantai	: 2 Lantai
Lokasi	: Jl. Patriot No.3, Sukagalih, Kec.Tarogong Kidul, Kabupaten Garut
Struktur Bangunan	: Beton Bertulang
Fungsi Gedung	: Kepegawaian
Panjang	: 34,8 m
Lebar	: 23 m
Tinggi Bangunan	: 14,525 m
 - b. Struktur Utama

Pelat Lantai	: Fc' 25 MPa.
Pelat Tangga	: Fc' 25 MPa.
Balok	: Fc' 25 MPa.
Kolom	: Fc' 25 MPa.
Tulangan	: BjTS 420A BjTS 280
- 2) Analisa data
- 3) Berpedoman terhadap SNI terbaru
- 4) Kombinasi beban, sesuai dengan SNI 1727:2020 [4]
- 5) Perhitungan sesuai SRPMK
 - a. Balok SRPMK

Diantara perhitungan balok SRPMK sesuai dengan SNI 2847:2019 [5], terdapat syarat batasan dimensi, balok pemikul lentur, dan balok pemikul geser. [9]–[11]
 - b. Kolom SRPMK

Diantara perhitungan kolom SRPMK sesuai dengan SNI 2847:2019 [5], terdapat batasan dimensi dan kuat lentur minimum, tulangan transversal, dan *Strong Column Weak Beam* dimana kolom harus memenuhi persamaan: [9], [11], [12]

$$\sum M_{nc} \geq (1,2) \sum M_{nb} \dots(1)$$

dengan :

$\sum M_{nc}$: Hasil kuat lentur kolom pada momen nominal dimana merangkap kedalam *joint*, yang ditinjau di pada depan sambungan . Kuat lentur kolom diperhitungkan bagi terfaktornya gaya

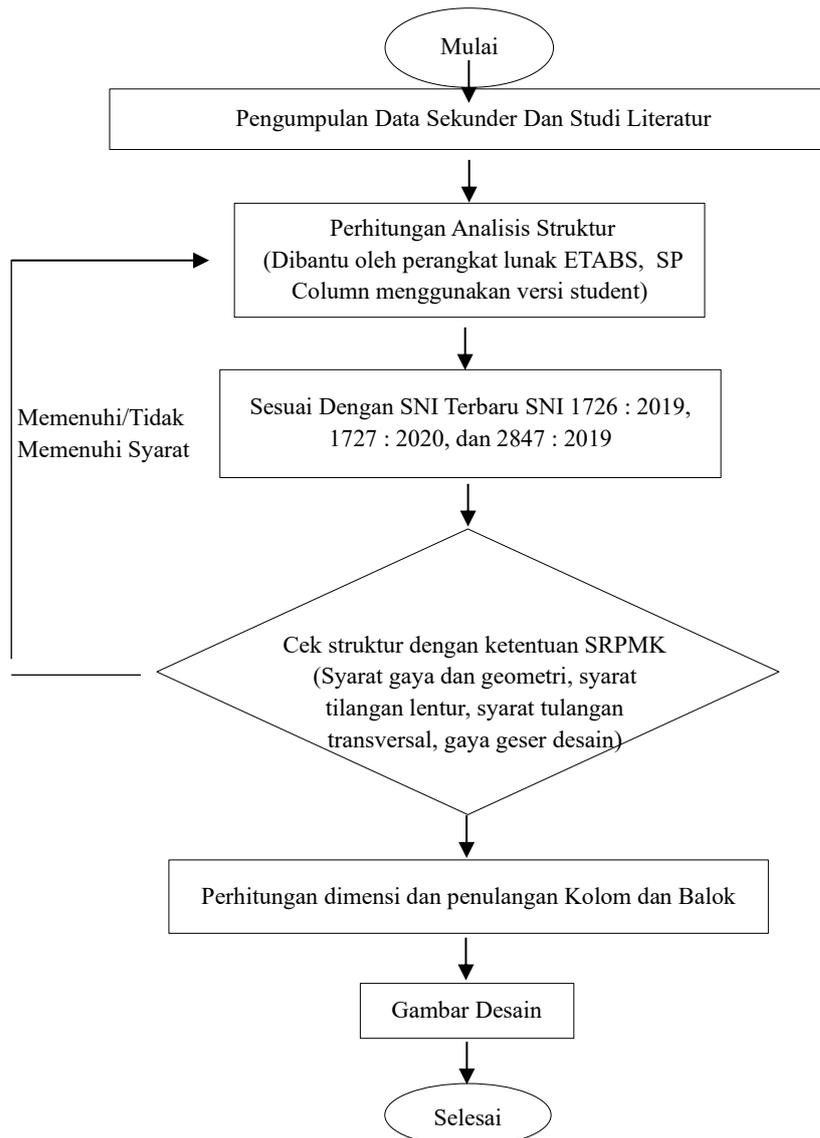
aksial, juga gaya horisontal yang dihitung.

$\sum M_{nb}$: Sigma kuat momen nominal balok dimana merangkap pada sambungan yang ditinjau di muka joint

- 6) Kontrol struktur
- 7) Pembuatan gambar hasil perhitungan

2.1 Bagan Alir Penelitian

Untuk mendapatkan perhitungan yang tepat dan dapat dipertanggung-jawabkan maka perhitungan harus sesuai urutan dan teratur. maka proses perhitungan evaluasi struktur pada penelitian ini bisa disajikan dalam diagram alur seperti berikut:



Gambar 2. Bagan Alir Penelitian

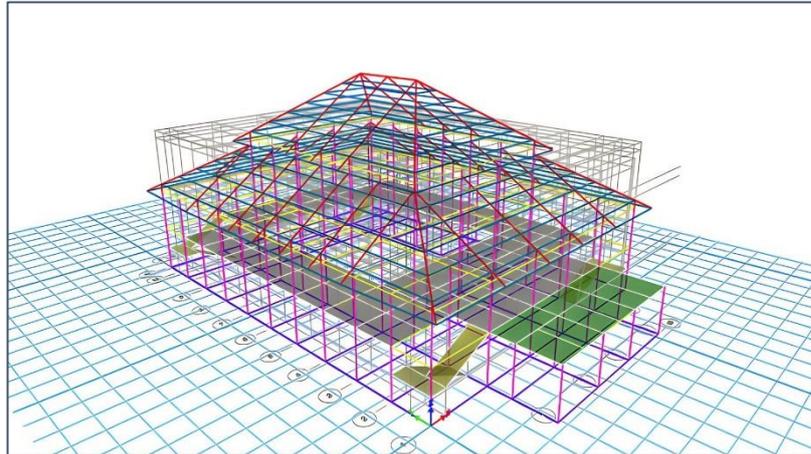
2.2 Objek Penelitian

Pada penelitian ini objek yang digunakan merupakan Gedung KORPRI Kabupaten Garut, dengan data teknis sebagai berikut:

- 1) Jumlah Lantai : 2 Lantai
- 2) Lokasi : Jl. Patriot No.3, Sukagalih, Kec.Tarogong Kidul, Garut.

- 3) Struktur Bangunan : Beton Bertulang
- 4) Fungsi Gedung : Kepegawaian
- 5) Tinggi (Bangunan) : 14,525 m
- 6) Panjang (Bangunan) : 34,8 m
- 7) Lebar (Bangunan) : 23 m
- 8) Gambar Permodelan : Permodelan struktur dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak ETABS, dan

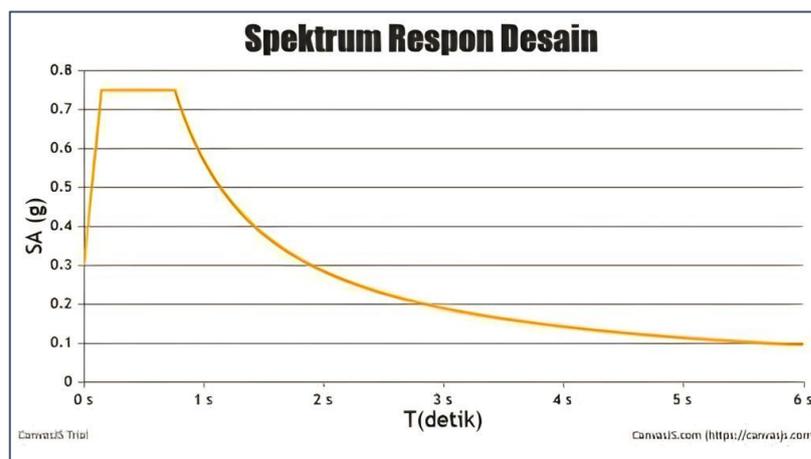
didapat visual gambar seperti pada gambar 3.



Gambar 3. Permodelan Struktur

9) Grafik Spektrum

Pada penerapan perhitungan sistem pemikul momen, Spektrum Respon Desain dibutuhkan guna mengetahui kategori desain seismik daripada bangunan tersebut, spektrum respon desain bisa didapat pada aplikasi yang diterbitkan oleh Puskim PUPR. pada grafik ini, terkandung informasi atau data mengenai nilai SDS dan SD1 yang akan menjadi parameter gedung tersebut termasuk kedalam kategori desain seismik yang mana. Adapun Spektrum Respon Desain Kabupaten Garut seperti pada gambar 4. Pada penelitian ini spektrum respon desain menggunakan asumsi pada kelas situs, dikarenakan hasil yang akan diperhitungkan tetap Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus. [13], [14]



T0(detik)	Ts(detik)	Sds(g)	Sd1(g)
0.15	0.76	0.75	0.57

Gambar 4. Grafik Respon Spektrum Tanah Sedang Kab. Garut

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah dilakukan permodelan dari aplikasi ETABS, hasil dari analisa struktur harus ditinjau terlebih dahulu atau dikontrol pada beberapa aspek sesuai dengan SNI 1726:2019, kontrol yang harus terpenuhi diantaranya:

3.1 Kombinasi Kombinasi Ragam

Sesuai SNI 7.2.2. SNI 1726:2019 ada dua macam strategi penambahan fluktuasi, yaitu CQC (*Complete Quadratic Blend*), yaitu desain waktu derajat reguler yang saling berdekatan, yang penting di bawah 15% dan SRSS *Square Base Of* Jumlah Kuadrat untuk struktur dengan getaran normal yang terpisah jauh. Tabel 1 berikut didapat dari ETABS. Pada perhitungan kali ini didapatkan selisih periode disajikan seperti Tabel 1.

Tabel 1. Kombinasi Ragam

Mode	Periode	Selisih (%)
1	47,77	0,00
2	47,77	0,00
3	42,9	10,19
4	41,8	2,56
5	6,756	83,84
6	6,697	0,87
7	0,359	94,64
8	0,266	25,91
9	0,24	9,77
10	0,229	4,58
11	0,226	1,31
12	0,207	8,41

Maka dari itu, pada perhitungan ini digunakan SRSS dikarenakan terdapat selisih yang melebihi 15%.

3.2 Partisipasi Massa

Terdapat penjelasan mengenai partisipasi massa pada SNI 1726:2019 disebutkan bahwasannya perhitungan juga melampirkan ragam yang memadai guna didapat yang terkombinasi dari partisipasi massa. Untuk mengetahui bahwa kombinasi ragam (mode) pada modal mencukupi, maka dari itu partisipasi massa, pada respon total harus 100%. Apabila belum mencapai 100% atau 1,00 maka mode dapat ditambah pada aplikasi ETABS sehingga sangat mendekati 1,00. Seperti yang tercantum pada Tabel 2 berikut. [15]

Tabel 2. Partisipasi Massa

Keadaan	Mode.	Periode	TotalUX.	TotalUY.
Modal	276	0,017	0,9943	0,9941
	277	0,017	0,9943	0,9941
	278	0,017	0,9943	0,9941
	279	0,017	0,9943	0,9941
	280	0,017	0,9943	0,9941
	281	0,017	0,9943	0,9941
	282	0,017	0,9943	0,9941
	283	0,017	0,9943	0,9941

3.3 Base Shear

Base Shear merupakan gaya geser yang disebabkan oleh gerakan lateral pada saat terjadi gempa bumi atau disebut juga gaya geser dasar. Pada analisis respon spektrum perlu diketahui bahwasannya gaya geser (*Base Shear*) pada hasil analisis tersebut setidaknya sebesar 100% dari analisis respon dinamik pada ragam pertama. Menurut SNI 1726:2019 disebutkan bahwa nilai V_d harus sama dengan ataupun lebih besar dari V_s 100%. Pada perhitungan *Base Shear* ini, didapatkan hasil sebagai berikut:

Tabel 3. Base Share

Arah Gaya	V_s	V_s 100%	V_d	Kontrol $V_d \geq V_s 100\%$
X	1340,5676	1340,5676	1545,8406	OK
Y	1340,5676	1340,5676	1464,4466	OK

Setelah memasukan V_s dan V_d yang terdapat pada ETABS, maka selanjutnya dapat dilakukan kontrol dengan $V_d \geq V_s$ 100%

3.4 Perhitungan Tulangan Lentur dan Geser Balok

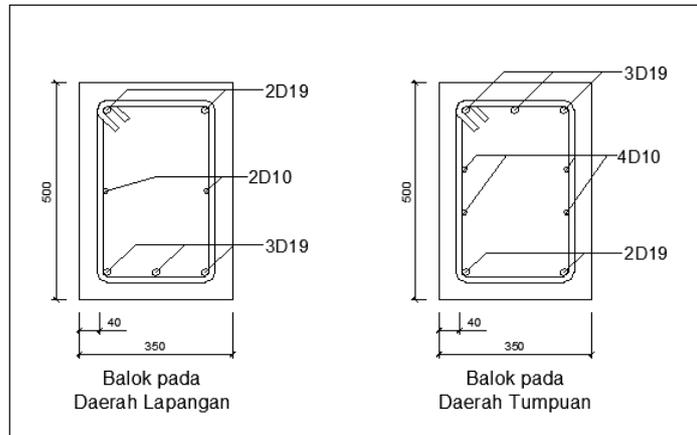
Perhitungan tulangan geser dan lentur balok dilakukan dengan memenuhi syarat-syarat perhitungan yang terdapat pada SNI, baik pada perhitungan lentur, geser, bahkan torsi pada balok. Perhitungan dilakukan dengan runtut dan menyeluruh. Hasil dari perhitungan tulangan geser dan lentur balok sesuai dengan syarat-syarat yang terdapat pada SNI untuk SRPMK yakni tulangan memanjang tumpuan atas, tumpuan tengah dan tumpuan bawah secara berurutan yakni 3 D19, 4 D10, dan 2 D19, dan untuk tulangan lapangan atas, longitudinal lapangan tengah, dan longitudinal lapangan bawah secara berurutan yaitu 2 D19, 2 D10, 3 D19. Sedangkan pada tulangan geser tumpuan dan lapangan secara berurutan 2D13-100 dan 2D13-150, seperti pada tabel 4.

Tabel 4: Tulangan

Tulangan Longitudinal	
Tumpuan Longitudinal Atas	3 D19
Tumpuan Longitudinal Tengah	4 D10
Tumpuan Longitudinal Bawah	2 D19
Lapangan Longitudinal Atas	2 D19

Lapangan Longitudinal Torsi	2 D10
Lapangan Longitudinal Bawah	3 D19
Tulangan Transversal/Senggang	
Senggang Tumpuan	2D13-100
Senggang Lapangan	2D13-150

Adapun detail gambar penulangan untuk jumlah beserta dimensi yang dipakai untuk tulangan pada balok seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Penulangan Pada Balok

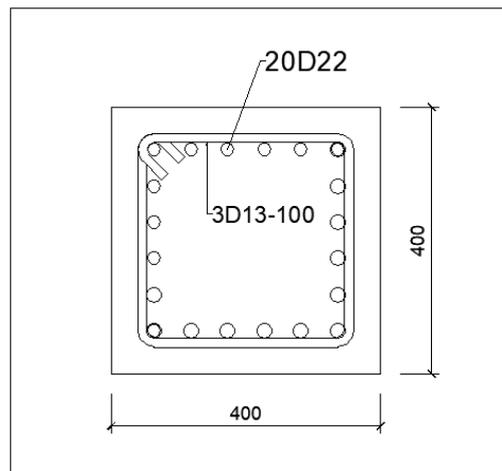
3.5 Perhitungan Tulangan Lentur dan Geser Kolom

Tulangan geser dan lentur kolom dihitung dengan memenuhi syarat-syarat perhitungan yang terdapat pada SNI, baik pada perhitungan lentur, geser, bahkan torsi pada kolom. Perhitungan dilakukan dengan runtut dan menyeluruh. Hasil dari perhitungan tulangan lentur dan geser balok sesuai dengan syarat-syarat yang terdapat pada SNI untuk SRPMK, dan didapatkan hasil untuk tulangan longitudinal 20 D22, tulangan transversal sumbu lemah dan sumbu kuat 3D13-100 dan pada tulangan transversal lapangan sumbu kuat dan sumbu lemah 4D13-120, disajikan pada tabel 5 berikut.

Tabel 5. tulangan transversal

Rebar Memanjang	
Memanjang	20 D22
Tulangan Geser Tumpuan	
Sumbu Kuat	3D13-100
Sumbu Lemah	3D13-100
Tulangan Geser Lapangan	
Sumbu Kuat	4D13-120
Sumbu Lemah	4D13-120

Adapun detail gambar penulangan untuk jumlah beserta dimensi yang dipakai untuk tulangan pada kolom seperti pada gambar 6.



Gambar 6. Penulangan Pada Kolom

4. KESIMPULAN

Hasil SRPMK yang didapatkan pada penelitian bisa diterapkan pada bangunan gedung KORPRI Kabupaten Garut dengan dimensi balok 350 x 500 mm dengan tulangan longitudinal tumpuan atas, tengah dan bawah secara berurutan 3 D19, 4 D10, 2 D19. Dan untuk tulangan longitudinal lapangan atas, tengah dan bawah secara berurutan yakni 2 D19, 2D10, dan 3 D19. Sedangkan pada tulangan transversal balok digunakan 2 D13-100 pada sengkang tumpuan dan 2 D13-150 pada sengkang lapangan dan untuk kolom dengan dimensi 400 x 400 mm dibutuhkan tulangan 20 D22, dengan tulangan transversal tumpuan sumbu kuat dan sumbu lemah 3 D13-100 dan tulangan transversal lapangan 4 D13-120. Penentuan tulangan tersebut juga memenuhi persyaratan-persyaratan yang tertera pada SNI 2847:2019 mengenai SRPMK, diantaranya dapat memenuhi kapasitas geser, lentur dan juga torsi. Pemenuhan kaidah SCWB juga sudah terpenuhi dikarenakan telah memenuhi syarat $\sum M_{nc} \geq (1,2) \sum M_{nb}$

Untuk penelitian selanjutnya, perhitungan dapat diperbarui sesuai dengan SNI terbaru apabila terdapat pembaruan pada SNI. Selain itu, Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah (SRPMM) dan Sistem Rangka Pemikul Momen Biasa (SRPMB) dapat diperhitungkan pada penelitian selanjutnya

REFERENSI

- [1] P. Hirel, K. Servie, O. Dapas, and R. Pandaleke, 'Perencanaan Struktur Gedung Beton Bertulang Dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus', *Jurnal Sipil Statik*, vol. 6, no. Juni, pp. 361–372, 2018.
- [2] BMKG, 'Pengetahuan Gempa Bumi', http://inatews2.bmkg.go.id/new/tentang_eq.php. Accessed: Aug. 07, 2023. [Online]. Available: <https://balai3.denpasar.bmkg.go.id/tentang-gempa>
- [3] P. Simanjuntak, 'Evaluasi Kerusakan Bangunan Akibat Gempa Di Indonesia'.
- [4] K. Nuraga *et al.*, 'Analisis Daktilitas Struktur Gedung Rangka Beton Bertulang Dengan Metode Analisis Pushover (Studi: Gedung Tugu Reasuransi Indonesia Jakarta)', 2021.
- [5] Badan Standarisasi Nasional, 'SNI 1726:2019 Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung'. 2019.
- [6] Badan Standarisasi Nasional, 'SNI 1727:2020 Beban desain minimum dan kriteria terkait untuk bangunan gedung dan struktur lain'. 2020.
- [7] Badan Standarisasi Nasional, 'SNI 2847:2019 Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan'. 2019.
- [8] F. Jaglien, L. Servie, O. Dapas, and S. E. Wallah, 'Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai', *Jurnal Sipil Statik*, vol. 8, no. 4, pp. 471–482, 2020.
- [9] R. Laily, M. D. J. Sumajouw, and S. E. Wallah, 'Perencanaan Gedung Training Center Konstruksi Beton Bertulang 4 Lantai Di Kota Manado', *Jurnal Sipil Statik*, vol. 7, no. 8, pp. 1095–1106, 2019.

- [10] R. Siti, R. Purinur, and E. Walujodjati, 'Pengujian Kuat Lentur dan Geser Balok Beton dengan Bundel Tulangan'. [Online]. Available: <https://jurnal.itg.ac.id/>
- [11] N. Hidayati and H. Yustianingsih, 'Studi Analisa Pengaruh Dimensi Kolom Pada Infrastruktur Strong Column Weak Beam Gedung Lantai 3-Lantai 7 Akibat Gaya Gempa'.
- [12] M. Subkhan Ash Shubki and U. Khatulistiani, 'Perencanaan Struktur Gedung Apartemen Permata Intan Dengan Konstruksi Beton Bertulang Menggunakan Metode Srpkm Di Kota Yogyakarta', vol. 7, no. 2, pp. 101–112, 2019.
- [13] B. F. Di. S. Soelarso, 'Analisis Struktur Beton Bertulang Srpkm Terhadap Beban Gempa Statik Dan Dinamik Dengan Peraturan SNI 1726 2012', 2015.
- [14] S. Siddiq, 'Bangunan Tahan Gempa Berbasis Standar Nasional Indonesia'.
- [15] Asih Andrestari, 'Permodelan Gedung Menggunakan ETABS Sesuai Acuan SNI Terbaru', 2021.