

## ANALISIS STRUKTUR BANGUNAN GEDUNG RUKO 2 LANTAI MENGUNAKAN SOFTWARE KOMPUTER ETABS

### *STRUCTURAL ANALYSIS OF A 2-STOREY SHOPHOUSE BUILDING USING ETABS COMPUTER SOFTWARE*

Arisman Ndruru<sup>1</sup>, Arisman Telaumbanua<sup>2</sup>, Aprianus Telaumbanua<sup>3</sup>, Yelisman Zebua<sup>4</sup>

<sup>1,2,3,4</sup>Program Studi Pendidikan Teknik Bangunan, Universitas Nias

E-mail: ndrarisman@gmail.com<sup>1</sup>

**Abstrak:** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil analisis struktural bangunan ruko 2 lantai menggunakan perangkat lunak komputer Etabs 2016. Manfaat penelitian ini adalah bagi penulis, memungkinkan untuk menganalisis struktur bangunan menggunakan perangkat lunak komputer Etabs 2016. Bagi akademisi, penelitian ini bermanfaat untuk pengembangan pengetahuan dalam mempelajari analisis struktur bangunan. Bagi masyarakat atau pemerintah, penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan referensi tambahan dalam menganalisis struktur di masa mendatang. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode kuantitatif, yang dimulai dengan mempelajari beberapa literatur dan dilanjutkan dengan menganalisis struktur bangunan ruko 2 lantai dengan struktur beton bertulang sehingga menghasilkan struktur yang kuat untuk menahan beban yang terjadi. Lokasi penelitian berada di kota Gunungsitoli. Hasil analisis menunjukkan bahwa perencanaan struktur atas bangunan ruko 2 lantai yang terdiri dari kolom, balok, dan pelat lantai telah sesuai dengan standar nasional Indonesia dan mampu menahan beban yang diterapkan dengan baik, di mana deformasi dan tegangan pada elemen struktural berada dalam batas yang diizinkan.

**Kata kunci:** Analisis Struktural, ETABS, Perangkat Lunak, Struktur

**Abstract:** *This study aims to find out the results of the structural analysis of a 2-storey shophouse building using Etabs 2016 Computer software. Benefits of this research 1. For the author, it is possible to analyze the structure of the building using Etabs 2016 computer software. 2. For academics for the development of knowledge in learning the analysis of building structures. 3 For the community or the government, it can be used as additional reference material in analyzing the structure later. The method used in this study is a quantitative method, which begins by studying some literature and then continues by analyzing the structure of a 2-storey shophouse with a reinforced concrete structure so as to obtain a strong structure to accept the load that occurs. Homecoming research location, gunungsitoli city. The results of the analysis show that the planning of the upper structure of the 2-storey shophouse building consisting of columns, beams and floor plates has followed Indonesian national standards and is able to withstand well-applied loads, deformation and stress on structural elements are within the permissible limits.*

**Keywords:** *Etabs, Software, Structural Analysis, Structural.*

## PENDAHULUAN

Pertumbuhan pembangunan di Indonesia saat ini sedang berlangsung dengan cepat, didorong oleh kemajuan teknologi dalam industri konstruksi. Untuk memenuhi tuntutan estetika bangunan dan mengatasi keterbatasan lahan, ada rencana untuk membangun gedung-gedung bertingkat. Selain itu, desain gedung tidak hanya terbatas pada struktur beraturan dengan bentuk persegi atau persegi panjang, tetapi juga melibatkan desain dengan bentuk yang tidak beraturan (Liando et al., 2020).

Bangunan yang memiliki bentuk asimetris, di mana pusat massa tidak terletak di tengah, menjadi semakin umum. Hal ini dapat memiliki dampak yang signifikan saat bangunan mengalami beban horizontal, seperti gempa bumi (Liando et al., 2020).

Getaran atau guncangan pada permukaan bumi merupakan fenomena alam yang disebut gempa bumi. Peristiwa ini terjadi ketika pelepasan energi secara mendadak dari dalam perut bumi, yang mengakibatkan bergetarnya tanah dan permukaan bumi secara signifikan. Energi yang dilepaskan tersebut terakumulasi

dalam waktu yang cukup lama di kerak bumi sebelum akhirnya dibebaskan secara tiba-tiba dalam bentuk gelombang getaran gempa bumi. Jika pusat gempa bumi berada di daerah dekat dengan dasar laut maka gempa tersebut dapat berpotensi menyebabkan tsunami. Tsunami adalah gelombang besar di laut yang disebabkan oleh pusaran air di bawah laut akibat gempa bumi (Sularno et al., 2020). Dalam bangunan bertingkat banyak menggunakan konstruksi beton bertulang karena memiliki kekuatan yang tinggi dan relatif lebih ekonomis dibandingkan dengan konstruksi lainnya. Keunggulan struktur beton bertulang membuatnya cocok untuk bangunan bertingkat tinggi yang harus tahan terhadap gempa. Dengan perencanaan yang matang, risiko kegagalan konstruksi bisa diminimalkan.

Sebuah bangunan bertingkat yang terbuat dari beton bertulang dapat dengan mudah runtuh jika perencanaannya tidak dilakukan dengan baik. Oleh karena itu, dalam merancang struktur bangunan, perlu dilakukan analisis perhitungan struktur untuk memahami beban-beban yang mempengaruhi bangunan tersebut, baik beban gravitasi maupun beban lateral. Beban gravitasi adalah gaya yang dihasilkan oleh berat material bangunan, seperti struktur bangunan itu sendiri, penutup lantai dan langit-langit, perabotan permanen, serta benda-benda lain di dalam bangunan. Beban gravitasi ini bekerja secara vertikal, menekan struktur bangunan dari atas, sehingga perhitungan beban gravitasi sangat penting untuk memastikan kekuatan dan kestabilan struktur yang memadai. Sementara itu, beban lateral adalah gaya yang bekerja secara horizontal pada bangunan, seperti yang disebabkan oleh gempa bumi, angin, pengaruh lingkungan, dan penggunaan. Beban lateral sangat penting dalam perencanaan struktur bangunan karena dapat mempengaruhi kestabilan dan keamanan bangunan. Oleh karena itu, peneliti melakukan analisis struktur gedung sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI).

Beban pada struktur bangunan tinggi berbeda dengan beban pada struktur bangunan rendah (Saraswati et al., 2020). Dalam perancangan bangunan bertingkat, selain mempertimbangkan beban gravitasi yang berasal dari berat struktur dan beban hidup, perencana juga harus memikirkan beban lateral yang dapat memengaruhi kekuatan dan stabilitas bangunan. Beban lateral, seperti beban angin atau gempa, memiliki dampak besar terhadap ketahanan dan kestabilan bangunan tinggi, sehingga faktor ini harus diperhatikan dalam perencanaan untuk memastikan struktur memiliki integritas dan keamanan yang memadai. Beban lateral ini bekerja pada setiap tingkat dan dianggap sebagai beban statis yang menirukan efek gempa akibat gerakan tanah.

Pada bangunan tinggi, beban gravitasi hampir sama dengan yang ada pada bangunan rendah, termasuk beban mati dan beban hidup. Namun, dalam perencanaan gedung, sangat penting untuk memperhitungkan kemampuan struktur dalam menahan gaya lateral yang ditimbulkan oleh gempa bumi. Jika struktur tidak cukup kuat untuk menahan beban gempa, hal ini dapat mengakibatkan kerusakan pada bangunan. Oleh karena itu, diperlukan struktur yang kuat untuk menopang beban bangunan dan menghadapi gaya yang timbul akibat gempa.

Sumatera adalah wilayah dengan aktivitas tektonik yang tinggi. Subduksi lempeng Indonesia-Australia menuju Eurasia menyebabkan terbentuknya persilangan miring yang bersifat konvergen. Kemiringan konvergen ini terbagi menjadi dua komponen: komponen dip-slip di zona subduksi antara pelat, dan komponen strike-slip (Khoiridah et al., 2017). Zona subduksi Sumatra merupakan jalur gempa bumi di Indonesia yang paling banyak menyerap dan melepaskan energi gempa dengan magnitudo  $M_w \geq 8$  SR, sehingga memiliki potensi besar untuk menimbulkan tsunami. Salah satu segmen yang berada tepat di atas zona megathrust dan pernah

menyebabkan gempa besar hingga memicu tsunami adalah Nias dan Mentawai, yang terletak di sebelah barat Sumatera. (Khoiridah et al., 2017).

Bencana gempa bumi yang melanda Nias pada tahun 2005 memberikan dampak kerusakan yang sangat parah. Peristiwa tersebut menyebabkan hampir 2.000 korban jiwa dan menghancurkan banyak bangunan yang berada di sekitar Kota Gunungsitoli, yaitu wilayah terpadat penduduknya di Pulau Nias (Khoiridah 2016). Korban jiwa yang berjatuh serta rusaknya infrastruktur di pusat kota akibat guncangan dahsyat gempa, menggambarkan besarnya dampak kerusakan yang diakibatkan oleh bencana alam tersebut. Gempa bumi yang melanda Nias tidak hanya menimbulkan guncangan hebat, tetapi juga memicu pergerakan vertikal di permukaan bumi di wilayah tersebut. Akibatnya, beberapa area mengalami kenaikan ketinggian hingga 3 meter, sementara area lainnya justru mengalami penurunan permukaan tanah (Khoiridah et al., 2016). Fenomena pengangkatan permukaan tanah sebagai dampak dari gempa bumi di Nias terjadi di wilayah-wilayah tertentu. Area yang mengalami kenaikan ketinggian muka bumi adalah sepanjang garis pantai di sisi barat pulau Nias serta di bagian selatan pulau tersebut. Kawasan pesisir barat dan selatan Nias mengalami pergerakan vertikal ke arah atas yang mengakibatkan naiknya elevasi permukaan tanah di daerah-daerah itu (Khoiridah et al., 2016).

Gempa bumi adalah getaran alami yang terjadi di lokasi tertentu dan memiliki karakteristik yang tidak stabil (Yeni et al., 2023). Hasil survei di berbagai wilayah menunjukkan bahwa bangunan yang mengalami kerusakan paling parah adalah bangunan tempat tinggal dengan kerusakan struktur terjadi pada sambungan balok, kolom dan bentuk bangunan (Yeni et al., 2023). Kerusakan bangunan akibat gempa bumi disebabkan oleh pembangunan gedung secara keseluruhan tidak memperhatikan aturan dan standar

bangunan gedung tahan gempa (Yeni et al., 2023). Kesalahan pelaksanaan konstruksi terjadi karena masyarakat dan praktisi bangunan tidak menerapkan konsep dan standar konstruksi tahan gempa secara cermat dan komprehensif terutama pada pembangunan rumah tinggal dan bangunan umum (Yeni et al., 2023).

Gempa yang sangat kuat dapat merusak dan menghancurkan semua jenis bangunan, terutama yang memiliki banyak lantai (Reza et al., 2016). Bangunan tinggi biasanya mengalami goyangan yang lebih intens selama gempa, sehingga lebih rentan terhadap keruntuhan (Reza et al., 2016). Kerusakan bangunan dan infrastruktur pada lokasi yang satu berbeda dengan lokasi yang lain, tergantung pada karakteristik wilayah setempat (Naryanto et al., 2005). Kerusakan paling parah dari faktor pembangunan, ekonomi, dan jumlah korban terjadi di Kota Gunungsitoli sebagai ibu kota Kabupaten Nias (Naryanto et al., 2005).

Pada perencanaan pembangunan ruko 2 lantai di lokasi Mudik, Gunungsitoli mempunyai dua fungsi bangunan, yaitu sebagai tempat tinggal sekaligus tempat melakukan usaha, dimana lantai satu difungsikan sebagai tempat usaha sedangkan lantai dua difungsikan sebagai tempat tinggal. Untuk rencana pembangunan ruko 2 lantai ini, pemilik menginginkan struktur bangunan yang kokoh agar aman dari gempa. Oleh karena itu, peneliti melakukan analisis struktur gedung sesuai dengan standar nasional Indonesia mengenai tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk bangunan gedung dan non-gedung.

Kerusakan pada elemen-elemen struktur utama beton bertulang di gedung bertingkat dua yang terkena dampak gempa di berbagai lokasi menunjukkan perlunya perhatian ekstra terhadap detail konstruksi beton bertulang (Chandra et al., 2022). Detail tersebut mencakup sambungan antara kolom dan balok, sambungan kolom dengan sloof atau pondasi, sambungan overlap tulangan beton, kebersihan pada

lokasi sambungan saat pengecoran beton, serta pembuatan bekisting beton bertulang yang sesuai dengan standar yang berlaku. Memastikan kesesuaian detail konstruksi ini sangat penting untuk menjamin kinerja struktur beton bertulang dalam menghadapi beban gempa (Chandra et al., 2022).

Kolom, balok, dan pelat adalah elemen-elemen utama dalam perencanaan struktur sebuah gedung (Makawimbang et al., 2022). Oleh karena itu, kekuatan dan keamanan perencanaan gedung harus dihitung dengan cermat agar penggunaannya merasa aman dan nyaman saat beraktivitas di dalamnya (Makawimbang, et al., 2022). Analisis struktur dilakukan dengan menggunakan software Etabs, yang memungkinkan pemodelan struktur beton bertulang gedung secara tiga dimensi, termasuk kolom, balok, pelat, dan komponen struktur lainnya. Dengan memasukkan elemen-elemen ini ke dalam software, kita dapat mengevaluasi efisiensi dimensi antara penggunaan material mutu normal dan material mutu tinggi. Analisis desain struktur bangunan bertingkat beton bertulang kemudian dilakukan berdasarkan hasil output dari Etabs, baik untuk material mutu normal maupun mutu tinggi (Bingly et al., 2021). Perencanaan struktur atas, yang meliputi balok, kolom, dan pelat lantai, dilakukan dengan bantuan aplikasi Etabs untuk pemodelan (Afnaldi et al., 2022).

Sehubungan dengan penelitian terdahulu (Afnaldi et al., 2022; Bingly et al., 2021; Chandra et al., 2022; Makawimbang et al., 2022) untuk mendapatkan struktur bangunan yang direncanakan aman terhadap gempa perlu dilakukan analisis struktur dibantu dengan software Etabs (Bingly et al., 2021).

Berdasarkan latar belakang di atas, dalam merencanakan sebuah konstruksi bangunan yang aman terhadap gempa, peneliti melakukan penelitian dengan judul “Analisis Struktur Bagunan Gedung Ruko 2 Lantai Menggunakan Software Komputer ETABS”.

## METODOLOGI

### A. Jenis Penelitian

Dalam analisis ini, metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif. Proses dimulai dengan studi literatur, diikuti dengan analisis struktur ruko dua lantai yang menggunakan beton bertulang untuk memastikan kekuatan struktur dalam menahan beban. Pembebanan mengikuti SNI 1727:2020 mengenai Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. Pemodelan struktur dilakukan dengan software Etabs 2016, dan hasil perhitungan kolom, balok, serta pelat lantai digunakan sebagai data perencanaan struktur beton sesuai SNI 2847-2019.

### B. Variabel Penelitian

Variabel independen (X) adalah variabel yang mempengaruhi atau menyebabkan perubahan pada variabel dependen (Y). Dalam penelitian ini, variabel independen yang diteliti meliputi:

1. Dimensi struktur
2. Spesifikasi material.
3. Beban mati, beban hidup, dan beban gempa.
4. Kombinasi pembebanan.

Variabel dependen (Y) adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel independen (X). Dalam penelitian ini, variabel dependen yang dianalisis adalah:

1. Kolom
2. Balok
3. Pelat Lantai

### C. Lokasi

Objek penelitian adalah perencanaan ruko dua lantai di Mudik, Gunungsitoli, Provinsi Sumatera Utara.

### D. Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini meliputi:

1. Pemodelan Struktur



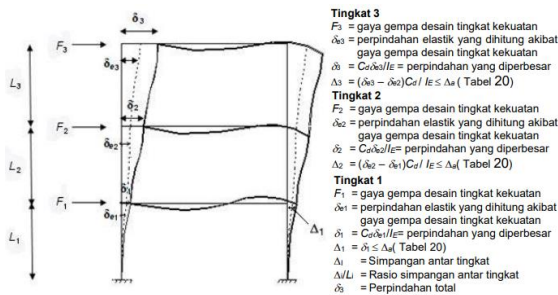
### F. Kombinasi Pembebanan

Kombinasi pembebanan sebagai berikut:

1. 1,4D
2. 1,2D + 1,6L + 0,5 (L, atau S atau R)
3. 1,2D + 1,6 (L, atau S atau R) + (L atau 0,5 W)
4. 1,2D + 1,0W + L + 0,5 (L<sub>r</sub> atau S atau R)
5. 1,2D + 1,0E + L + 0,2S
6. 0,9D + 1,0W
7. 0,9D + 1,0E

### G. Simpangan Antar Lantai

Simpangan antar lantai merupakan perbedaan perpindahan horizontal antara lantai atas dan lantai bawah yang berdekatan. Menurut SNI 1726: 2019 pasal 7.8.6, simpangan antar lantai desain (Δ) dihitung sebagai selisih defleksi pada pusat massa di lantai teratas dan terendah.



Gambar 2. Penentuan Simpangan Antar Lantai

Pembatasan simpangan antar tingkat desain tidak boleh melampaui batas simpangan antar tingkat yang diizinkan sebagaimana ditentukan oleh SNI 1726: 2019 pasal 7.12.1.

Simpangan Antar Lantai = 0,020 h  
 Faktor Redudansi ρ = Δ / ρ = 0,0154 h  
 Faktor Pembesaran Defleksi = 51/2  
 Faktor Keutamaan gempa = 1,0  
 Story Drift Inelastik = δ \* Cd / Ie

Story	Displacement		Elastic Drift		h (mm)	Inelastic Drift		Drift Limit (mm)	CEK
	δ <sub>ex</sub>	δ <sub>ey</sub>	δ <sub>ex</sub>	δ <sub>ey</sub>		Δ <sub>x</sub>	Δ <sub>y</sub>		
	(mm)	(mm)	(mm)	(mm)		(mm)	(mm)		
2	14,13	13,049	5,73	4,956	3500	31,515	27,258	53,900	OK
1	8,404	8,093	8,404	8,093	4000	46,222	44,512	61,600	OK
Base	0	0	0	0	0	0	0	0	OK

Tabel 8. Simpangan Antar Tingkat

### H. Pengaruh P-Delta

Pengaruh P-delta menghasilkan tambahan momen pada struktur karena beban vertikal diterapkan pada posisi yang telah mengalami pergeseran lateral, yang menghasilkan momen tambahan. Pengaruh P-delta dihitung sesuai dengan ketentuan yang tercantum dalam SNI 1726: 2019 pasal 7.8.7 sebagai berikut:

$$\theta = \frac{Px\Delta Ie}{Vx.Hhs.Cd} \dots\dots\dots(1)$$

Koefisien stabilitas (θ) tidak boleh melebihi θ<sub>max</sub> yang ditentukan sebagai berikut :

$$\theta_{max} = \frac{0,5}{\beta Cd} \leq 0,25 \dots\dots\dots(2)$$

Dimana β adalah rasio kebutuhan geser terhadap kapasitas geser untuk tingkat antara tingkat x dan x – 1. Rasio ini diizinkan secara konservatif diambil sebesar 1,0.

Rasio kebutuhan geser β = 1

Batas koef. Stab. θ<sub>max</sub> = 0.5/(β\*Cd) <= 0.25  
 = 0,0909

Story	Inelastic Drift		Story Forces			h (mm)	Koefisien Stabilitas		Batas Pengaruh P-Delta	Batas Stabilitas Struktur, θ <sub>max</sub>	Cek
	Δ <sub>x</sub>	Δ <sub>y</sub>	P	V <sub>x</sub>	V <sub>y</sub>		θ <sub>X</sub>	θ <sub>Y</sub>			
	(mm)	(mm)	(kN)	(kN)	(kN)						
2	34,447	25,509	495,66	113,17	109,32	3500	0,0078	0,0060	0,1	0,0909	OK
1	46,464	41,619	2030,82	299,91	310,15	4000	0,0143	0,0124	0,1	0,0909	OK

Tabel 9. Pengaruh P-Delta

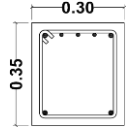
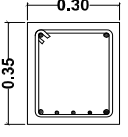
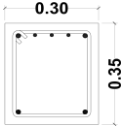
### I. Penulangan Balok

#### 1. Penulangan Sloof

POTONGAN	BS 300 X 350		
	TUMPUAN	LAPANGAN	LAPANGAN
BS 300 X 350			
DIMENSI BALOK	300 x 350	300 x 350	300 x 350
Tulangan Atas	2 D 16	5 D 16	2 D 16
Tulangan Bawah	5 D 16	2 D 16	5 D 16
Sengkang	Ø10 - 100	Ø10 - 150	Ø10 - 100

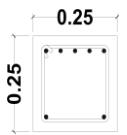
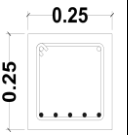
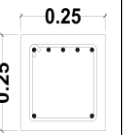
Gambar 3. Detail Balok Sloof

## 2. Penulangan Balok Lantai

POTONGAN	BL 300 X 350		
	TUMPUAN	LAPANGAN	LAPANGAN
BL 300 X 350			
<b>DIMENSI BALOK</b>	<b>300 x 350</b>	<b>300 x 350</b>	<b>300 x 350</b>
Tulangan Atas	5 D 16	2 D 16	5 D 16
Tulangan Bagi	-	-	-
Tulangan Bawah	2 D 16	5 D 16	2 D 16
Sengkang	Ø10 - 100	Ø10 - 150	Ø10 - 100

Gambar 4. Detail Balok Lantai

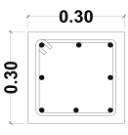
## 3. Penulangan Ring Balok

POTONGAN	RB 250 X 250		
	TUMPUAN	LAPANGAN	LAPANGAN
RB 250 X 250			
<b>DIMENSI BALOK</b>	<b>250 x 250</b>	<b>250 x 250</b>	<b>250 x 250</b>
Tulangan Atas	5 D 12	2 D 12	5 D 12
Tulangan Bagi	-	-	-
Tulangan Bawah	2 D 12	5 D 12	2 D 12
Sengkang	Ø10 - 100	Ø10 - 150	Ø10 - 100

Gambar 5. Detail Ring Balok

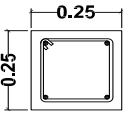
## J. Penulangan Kolom

### 1. Penulangan K1

POTONGAN	K1 300 X 300
K1 300 X 300	
<b>DIMENSI BALOK</b>	<b>300 x 300</b>
Tulangan Atas	3 D 16
Tulangan Bagi	2 D 16
Tulangan Bawah	3 D 12
Sengkang	Ø10 - 100

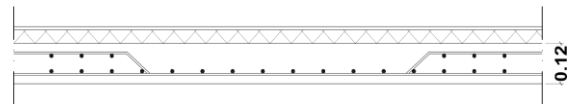
Gambar 6. Detail K1

### 2. Penulangan K2

POTONGAN	K2 250 X 250
K2 250 X 250	
<b>DIMENSI BALOK</b>	<b>250 x 250</b>
Tulangan Atas	2 D 16
Tulangan Bagi	-
Tulangan Bawah	2 D 12
Sengkang	Ø10 - 100

Gambar 7. Detail K2

## K. Penulangan Pelat Lantai



Gambar 8. Detail Pelat Lantai



Gambar 8. Ruko 2 Lantai

## SIMPULAN

Berdasarkan analisis yang sudah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa software Etabs efektif dalam memodelkan dan menganalisis kekuatan serta stabilitas struktur bangunan ruko tersebut. Hasil analisis menunjukkan bahwa perencanaan struktur atas gedung ruko 2 lantai terdiri dari kolom, balok dan pelat lantai sudah mengikuti standar nasional indonesia dan mampu menahan beban yang diterapkan dengan baik, deformasi serta stres pada elemen struktur berada dalam batas yang diperbolehkan.

## SARAN

- Sebelum melakukan analisis dan pemodelan menggunakan software ETABS alangkah lebih tepat apabila memahami peraturan-peraturan yang berlaku.
- Penelitian ini dapat memberikan kontribusi pada pengembangan ilmu pengetahuan di bidang teknik bangunan, khususnya dalam analisis struktur bangunan gedung. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi bagi mahasiswa dan akademisi dalam

- memahami penggunaan software Etabs 2016 untuk analisis struktur.
- c. Penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi tambahan bagi masyarakat dan pemerintah dalam menganalisis struktur bangunan di masa depan. Hasilnya dapat digunakan sebagai acuan dalam perencanaan dan pembangunan struktur yang lebih aman dan efisien.
  - d. Untuk peneliti selanjutnya disarankan melakukan perhitungan kolom berdasarkan spColumn dan perhitungan rangka atap.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afnaldi, A., Masril, M., & Dewi, S. (2022). Perencanaan Struktur Atas Pembangunan Kantor Camat Kecamatan Kinali Pasaman Barat Provinsi Sumatera Barat. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 160-1665.
- Akbar, Y. H. (2020). Analisis Perencanaan Struktur Gedung 8 Lantai Dengan Variasi Bracing Menggunakan Aplikasi Program Etabs. *JURNAL ILMIAH BERING'S*, 7(01), 14-18.
- Bingly, Y., Wibowo, L. S. B., & Cahyono, M. S. D. (2021, November). Analisis Perbandingan Desain Struktur Bangunan Bertingkat Beton Bertulang Menggunakan Material Mutu Normal Dan Mutu Tinggi. In *Seminar Nasional Ilmu Terapan* (Vol. 5, No. 1, pp. C05-C05).
- Chandra, B., Tjan, H., & Purwanto, L. M. F. (2022). Identifikasi Awal Secara Visual Kerusakan Struktur Beton Bertulang Akibat Beban Gempa. *Teodolita: Media Komunikasi Ilmiah di Bidang Teknik*, 23(1), 1-12.
- Ginanjari, A. (2021). Analisis Struktur Ruko Beton Bertulang Akibat Penambahan Beban Pole dan BTS. *Jurnal ARTESIS*, 1(1), 7-14.
- Gusfita, Y. A., Masril, M., & Bastian, E. (2022). Analisis Struktur Atas Pada Pembangunan Sdn 04 Garegeh. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(2), 40-45.
- Hernadi, A., Sahara, R., & Dewi, S. U. (2021). Perbandingan Kekuatan Kolom Berdasarkan SNI 2847: 2013 dan SNI 2847: 2019. *Borneo Engineering: Jurnal Teknik Sipil*, 5(3), 237-247.
- Khoiridah, S., Ibad, M. I., & Setyonegoro, W. (2017). Validasi Potensi Tsunami Berdasarkan Estimasi Durasi Patahan dan Pemodelan Tsunami di Wilayah Barat Sumatra (Studi Kasus: Gempa Bumi Nias 2005 dan Mentawai 2010). *OLDI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia)*, 2(1), 39-54.
- Khoiridah, S., & Utama, W. (2016). Estimasi Karakteristik Durasi Rupture Pada Gempa Pembangkit Tsunami Studi Kasus: Gempa Bumi Nias, 28 Maret 2005. *Jurnal Geosaintek*, 2(3), 165-172.
- Liando, F. J., Dapas, S. O., & Wallah, S. E. (2020). Perencanaan struktur beton bertulang gedung kuliah 5 lantai. *Jurnal Sipil Statik*, 8(4).
- Makawimbang, K. F. (2022). *Perencanaan Struktur Kolom, Balok dan Pelat Menggunakan Software Etabs Pada Gedung RSUD Medical Center Manado* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Manado).
- Marpaung, A. D. (2023). *Analisis struktur bangunan gedung menara bank rakyat indonesia (BRI) Medan menggunakan aplikasi Etabs V. 20* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Naryanto, H. S. (2005). Zonasi Kerusakan, Analisis Kegempaan dan Mitigasi Bencana Pasca Gempa Nias, Sumatra Utara 28 Maret 2005. *Alami: Jurnal Teknologi Reduksi Risiko Bencana*, 10(2), 195620.
- Panjaitan, S. K. (2021). *Analisis Struktur Bangunan Bertingkat Menggunakan ETABS (Studi Kasus RS Regina Maris Medan)* (Doctoral dissertation, Universitas Medan Area).
- Putri, A. H., Masril, M., & Kurniawan, D. (2021). Perencanaan Struktur Gedung Pasar Raya Padang. *Ensiklopedia Research and Community Service Review*, 1(1), 137-143.
- Reza, S. F. (2010). *Analisis Kinerja Struktur Bangunan Bertingkat di Wilayah Gempa Indonesia Intensitas Tinggi Menggunakan Analisis Statis*



- Nonlinier* (Doctoral dissertation, Riau University).
- Saraswati, I. A. P. E. C., & Rofiq, H. I. (2020). Perancangan Gedung Bertingkat 10 Lantai Dengan Beton Bertulang Mutu Tinggi.
- Vendry, P. (2016). *Analisa Kekuatan Struktur Atas Dan Metode Pelaksanaan Pada Proyek Pembangunan Ruko Mega Profit Blok 1 F2 Delatasi II Kawasan Megamas Manado* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Manado).