

Analisis Struktur Rumah Adat Tradisional Karo Desa Lingga Simpang Empat Kabupaten Karo Sumatera Utara

Zhefanya Bangun¹, Meilandy Purwandito², Irwansyah³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Samudera, Kota Langsa, Indonesia

*Koresponden email: Meilandy@unsam.ac.id

Diterima: 23 Juli 2022

Disetujui: 27 Juli 2022

Abstract

The karo traditional house (*siwaluhjabu*) is hundreds of years old and is still a strong traditional house. The Karo traditional house has a unique architectural aspect, namely the shape is very majestic at both ends of the roof there are buffalo horns called as an antidote to the entry of evil spirits and a slightly pointed roof filled with carvings and covered with palm fiber leaves and a lizard/lizard-shaped wall binder. The Karo traditional house has seismic construction principles, such as the traditional house in Lingga Village, Simpang Empat District. Theoretically, the Karo traditional house is in accordance with the principles of seismic building, but has not been analyzed in detail. The purpose of this research is to analyze analytically which includes the value of natural frequency, period of vibration, basic shear force and displacement of the structure. The research method is to analyze the traditional Karo traditional house due to earthquake forces using SAP 2000 software. The results show that the vibration period of the structure is 0.22848 seconds. The basic shear force generated by the seismic force is 52258.4203 kN. displacement is taken from the highest point, namely join 4 of 5.6894 cm in combination 1.

Keywords: *Traditional House, Frequency, Vibration Period, Basic Shear Force, Displacement.*

Abstrak

Rumah adat karo (*siwaluhjabu*) memiliki umur ratusan tahun dan masih menjadi rumah adat kuat. Rumah adat Karo mempunyai aspek arsitektur yang unik yaitu bentuknya sangat megah pada kedua ujung atap terdapat tanduk kerbau disebut sebagai penangkal para masuknya roh-roh jahat dan atap yang agak lancip yang dipenuhi dengan ukiran dan dilapisi daun ijuk dan pengikat dinding berbentuk cecak/kadal. Rumah adat karo mempunyai prinsip kontruksi seismik, seperti rumah adat di Desa Lingga Kecamatan Simpang Empat. Secara teoritis, rumah adat karo di desa tersebut sesuai dengan prinsip bangunan seismik, tetapi belum dianalisis secara rinci. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis secara analitik yang mencakupi nilai frekuensi natural, periode getar, gaya geser dasar dan perpindahan struktur. Metode penelitian yaitu melakukan analisis rumah adat tradisional karo akibat gaya gempa dengan menggunakan software SAP 2000. Hasil penelitian menunjukkan bahwa periode getaran dari struktur adalah 0,22848 detik. Gaya geser dasar yang dihasilkan oleh gaya seismik sebesar 52258,4203 kN. *displacement* Rumah adat karo diambil dari titik tertinggi yaitu *join 4* sebesar 5,6894 cm pada kombinasi 1.

Kata kunci : *Rumah Adat, Frekuensi, Periode Getar, Gaya Geser Dasar, Perpindahan.*

1. Pendahuluan

Gempa bumi adalah getaran bumi. Gempa bumi dapat terjadi oleh peristiwa letusan gunung berapi, benturan meteorit, tanah longsor, ledakan bom, dan banyak lagi penyebab lainnya; namun umumnya mereka disebabkan oleh gerakan mendadak kerak Bumi di sepanjang bidang patahan. Gempa bumi merupakan salah satu bencana alam yang sangat berbahaya di muka bumi [1].

Gempa bumi merupakan sebuah peristiwa berguncangnya bumi dikarenakan pergerakan/pergeseran lapisan batuan yang berada di kulit bumi yang tiba-tiba dikarenakan pergerakan lempengan

tektonik. Gempa bumi diakibatkan aktivitas dari pergerakan lempeng tektonik dapat disebut dengan gempa bumi tektonik [2]. Gempa bumi dapat terjadi dikarenakan aktifitas dari gunung berapi atau bisa disebut dengan gempa bumi vulkanik. Pergerakan tiba-tiba dari lapisan batuan di dalam bumi menghasilkan energi yang dipancarkan merupakan gelombang gempa bumi ataupun gelombang seismik [3].

Kabupaten Karo merupakan salah satu kabupaten yang memiliki potensi lahan pertanian yang baik di Sumatera Utara, yang terletak pada jajaran Bukit Barisan dan sebagian besar wilayahnya merupakan dataran tinggi. Terdapat gunung berapi aktif terletak di wilayah ini sehingga rawan gempa vulkanik, yaitu gunung Sinabung dan gunung Sibayak [4].

Sumatera Utara merupakan daerah yang dihuni oleh suku batak selaku suku mayoritas sekaligus suku aslinya. Suku batak terbagi ke dalam beberapa sub suku di antaranya Batak Toba, Batak Angkola, Batak Simalungun, Batak Pakpak, dan Batak Karo [5]. Masing-masing sub-suku Batak tersebut diketahui memiliki beberapa karakteristik budaya yang saling membedakan satu sama lainnya. Salah satu karakteristik tersebut yaitu dari desain rumah adatnya [6]. Jenis – jenis rumah adat batak berdasarkan sukunya, yaitu:

1. Rumah Bolon (Batak Toba)
2. Rumah Adat Siwaluh Jabu (Batak Karo)
3. Rumah Adat Bolon (Batak Simalungun)
4. Rumah Adat Bagas Godang (Batak Mandailing)

Kabupaten Karo terkenal dengan rumah adatnya yang masih tradisional dan memiliki nilai arsitektur yang sangat tinggi. Rumah adat karu (*siwaluhjabu*) memiliki umur ratusan tahun dan masih menjadi rumah adat kuat [7]. Rumah tradisional adat karu dibangun dengan material yang terdapat di alam, seperti kayu, ijuk, dan batu [8]. Rumah adat Karo mempunyai aspek arsitektur yang unik yaitu bentuknya sangat megah pada kedua ujung atap terdapat tanduk kerbau disebut sebagai penangkal para masuknya roh-roh jahat dan atap yang agak lancip yang dipenuhi dengan ukiran dan dilapisi daun ijuk dan pengikat dinding berbentuk cecak/kadal [9].

Rumah adat karu yang akan diteliti yaitu rumah adat yang berada di Desa Lingga Simpang Empat Kabupaten Karo, karena di daerah ini masih memiliki rumah adat Karo yang sejak beberapa ratus tahun yang lalu tidak mengalami perubahan atau rekonstruksi seperti rumah adat lainnya yang mengikuti desain rumah masa kini. Dari literatur tersebut, peneliti ingin menganalisis struktur rumah adat tradisional karu akibat gempa.

Beban yang ditinjau pada rumah adat Karo merupakan beban statik dan beban dinamik gempa. Beban statik yang bekerja berupa beban mati merupakan beban yang berasal dari berat sendiri bangunan yang dihitung dengan menggunakan berat jenis material kayu, dimana kayu yang digunakan merupakan kayu Jati (kelas I) yang memiliki berat jenis $0,55 \text{ gr/cm}^3$ [10].

Adapun rumusan dan tujuan masalah dalam analisis struktur Rumah Adat Tradisional Karo yaitu mengetahui kontruksi bangunan Rumah Adat Tradisional Karo, mencari dan mengetahui nilai frekuensi alami (*natural frequency*), nilai gaya geser dasar (*base shear*) dan nilai perpindahan (*displacement*) dari struktur Rumah Adat Tradisional Karo.

Beban dinamik dihitung dengan menggunakan Sistem derajat kebebasan tunggal (SDOF). SDOF hanya akan mempunyai satu koordinat yang diperlukan untuk menyatakan posisi massa pada saat tertentu yang ditinjau. Bangunan satu tingkat adalah salah satu contoh bangunan derajat kebebasan tunggal [11]. Ketika sebuah struktur bergetar, lalu memisahkan dirinya pada frekuensi alaminya (ω_n) merupakan karakteristik sistem. Persamaan diferensial struktural satu derajat (SDOF) memiliki tiga sifat struktural utama: massa, kekakuan, dan redaman [12]. Analisis modal dilakukan untuk menentukan nilai periode getaran bangunan yaitu:

$$[[k] - \omega^2[m]] = 0 \quad (1)$$

Sebuah struktur apabila digetarkan maka akan terjadi isolasi pada frekuensi natural (ω_n) yang merupakan milik (property) system [13]. Periode getar untuk suatu bangunan secara analitis dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (2) sebagai berikut.

$$T = 2\pi \sqrt{\frac{m}{k}} \quad (2)$$

Di mana:

- k = Kekakuan
 ω = Frekuensi (rad/detik)
 m = Massa
 T = Periode getar (detik)

Intensitas gempa menunjukkan ukuran gempa secara kuantitatif berdasarkan tingkatan pengaruh kejadian gempa terhadap getaran yang dirasakan dipermukaan bumi [14]. Untuk mendapatkan Parameter pra-perhitungan diperlukan untuk mendapatkan gaya geser dasar V yang lebih akurat dan intensitas gempa Cs. Penentuan nilai gaya geser oleh beban gempa bergantung pada Nilai periode getaran struktur. Periode getaran struktur dihitung berdasarkan peraturan SNI 1726-2019. Nilai intensitas gempa Cs minimum dan maksimum dapat dihitung dengan menggunakan persamaan (3) dan (4) berikut:

$$C_{S(\min)} = 0,044 \times SDS \times I_e \quad (3)$$

$$C_{S(\max)} = \frac{SD1}{T\left(\frac{R}{7}\right)} \quad (4)$$

Di mana:

- Cs = Intensitas Gempa
 SDS = Percepatan Spektral Desain
 Ie = Faktor Keutamaan Gempa
 T = Periode Getar
 R = Koefisien Modifikasi Respons
 I = Faktor Keutamaan Gempa

Besarnya gaya gempa yang bekerja sangat mempengaruhi gaya geser dasar yang terjadi pada struktur bangunan. Apalagi jika struktur bangunan berdiri di atas tanah yang memiliki kemiringan tertentu. Biasanya struktur yang memiliki kolom pendek akan mengalami kegagalan struktur yang paling besar [15]. Gaya geser dasar diperlukan untuk perhitungan gempa pada suatu struktur bangunan yaitu diperlihatkan pada persamaan (5) berikut.

$$V = C_s.W \quad (5)$$

Di mana:

- V = Gaya Geser Dasar Seismik (KN)
 Cs = Koefisien Respons Seismik
 W = Berat Seismik Efektif (Kg)

Kekakuan dapat didefinisikan sebagai gaya yang diperlukan untuk memperoleh satu unit displacement [16]. Displacement adalah nilai pergeseran struktur yang terjadi pada struktur bangunan [17]. Semakin besar *displacement* (perpindahan) yang terjadi, maka semakin besar resiko Gedung untuk runtuh akibat beban gempa [18].

2. Metode Penelitian

Metode survei yang digunakan adalah metode deskriptif. Penelitian dengan menggunakan metode deskriptif adalah penelitian yang dilakukan untuk mengetahui nilai masing-masing variabel, baik satu variabel atau lebih sifatnya independen tanpa membuat hubungan maupun perbandingan dengan variabel yang lain. Penelitian deskriptif juga merupakan penelitian yang dilakukan dengan tujuan utama untuk memberikan gambaran atau deskripsi tentang suatu keadaan secara objektif [19].

Metode deskriptif ini menerangkan data yang telah diteliti dengan landasan teori melalui pengumpulan data. Pengumpulan data dilakukan dengan cara survey (observasi), wawancara, dan studi literatur. Survei dilakukan di desa Desa Lingga Kecamatan Simpang Empat, Kabupaten Karo. Hasil dari survei dimodelkan dengan menggunakan program AutoCAD.

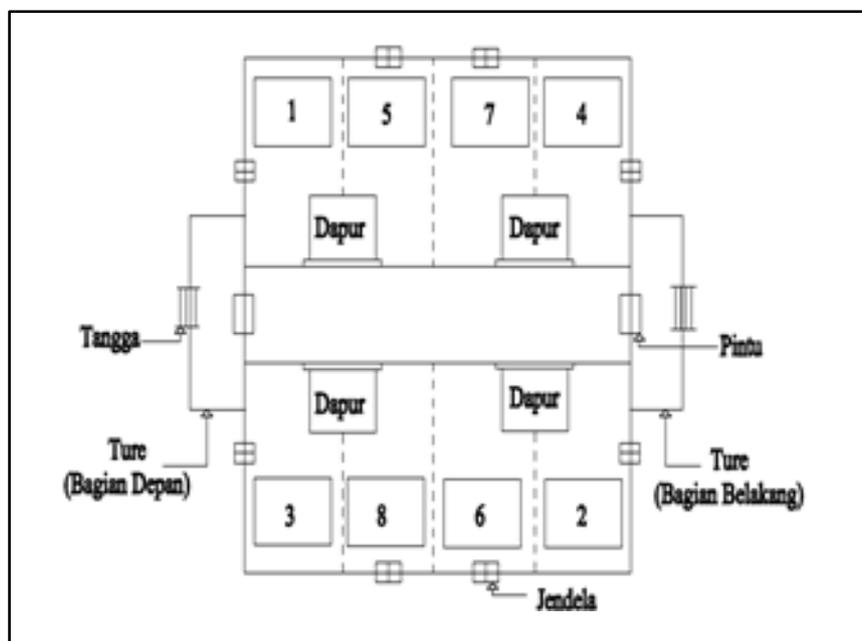
Proses perhitungan Analisa struktur rumah adat Karo dalam penelitian ini berdasarkan kepada peraturan SNI 1726-2019. Analisa struktur dilakukan dengan menggunakan program komputer yaitu *software* SAP2000 yang dapat memudahkan dalam menganalisis struktur rumah adat tradisional Karo.

Adapun tahapan analisa struktur rumah adat Karo yang sudah sesuai dengan prinsip bangunan seismik, yaitu sebagai berikut:

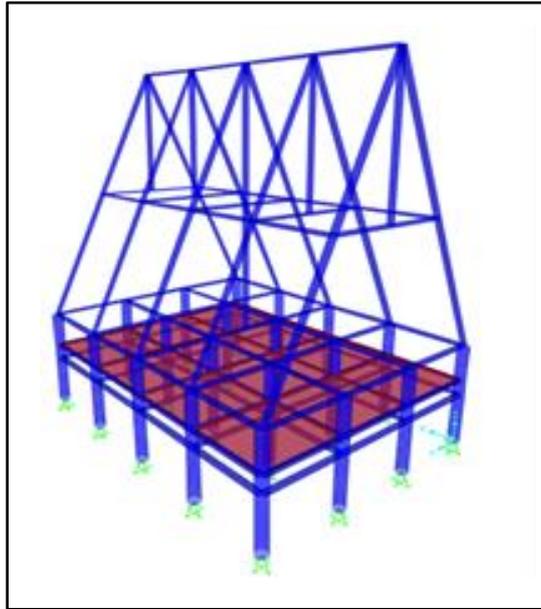
1. Memodelkan struktur rumah adat Karo.
2. Menentukan data gempa yang akan dianalisa berdasarkan pemilihan dimana struktur tersebut akan dibangun.
3. Menghitung berat dan massa struktur kemudian memasukan data ke dalam software SAP 2000 beserta data gempa.
4. Menentukan persamaan diferensial struktural satu derajat (SDOF) yang memiliki tiga sifat struktural utama, yaitu: massa, kekakuan, dan redaman. Analisis modal dilakukan untuk menentukan nilai periode getaran bangunan.
5. Menentukan gaya geser dasar akibat beban gempa yang bergantung pada nilai periode getaran struktur.
6. Menentukan intensitas gempa, yang digunakan untuk menghitung gaya geser ekuivalen statis dasar.
7. Menentukan dispalecemnt atau disebut juga dengan simpangan. Rumah adat karo yang diteliti ini dikatagorikan sebagai struktur satu lantai yang sederhana. Penentuan perpindahan lantai ke lantai (*displacement*) Jangan melebihi penampang antara lantai izin (Δ_a) (SNI 1726-2019, pasal 7.12.1). Pada SNI 1726-2019, semua struktur lain menjelaskan bahwa perpindahan ceruk dapat diterima (Tabel 16 SNI 1726-2019).
8. Mengoutput hasil analisa yang didapatkan dari software SAP 200000, kemudian membahas hasil *displacement* yang dihasilkan sesuai dengan tujuan dari penelitian ini.
9. Mengambil kesimpulan berdasarkan hasil dari penelitian yang didapatkan.

3. Hasil dan Diskusi

Hasil analisis struktur Rumah Adat Tradisional Karo dengan menggunakan Software SAP 2000 berupa denah dan pemodelan struktur Rumah Adat Tradisional Karo seperti ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 1. Denah Struktur Rumah Adat Tradisional Karo
Sumber: *Software autocad 2007 dan SAP2000v.19*



Gambar 2. Pemodelan Struktur Rumah Adat Tradisional Karo
Sumber: *Software autocad 2007 dan SAP2000v.19*

Frekuensi Alami Struktur

Persamaan diferensial struktural satu derajat (SDOF) memiliki tiga sifat struktural utama: massa, kekakuan, dan redaman. Analisis modal dilakukan untuk menentukan nilai periode getaran bangunan yaitu :

Dari perhitungan periode getar diperoleh $T_a = 0,163172$ detik.
Hasil dari natural frekuensi ω :

$$T = \frac{2 \times 3,14}{\omega} \quad \omega = \frac{6,28}{0,163172} = 38,4869953 \text{ rad/sec}$$

Gaya Geser Dasar Nominal, V (*Base Shear*)

Penentuan nilai gaya geser oleh beban gempa bergantung pada nilai periode getaran struktur. Nilai periode getaran struktur dapat diperoleh dari analisis., $T_c = 1,165754$ detik.

Periode getaran struktur dengan perhitungan SNI 1726-2019, $T_a = 0,163172$ detik

$T_c 1,165754 \text{ detik} > T_a = 0,163172 \text{ detik}$.

Dari perhitungan sebelumnya diperoleh nilai $SDI = 0,341$ g, maka nilai $C_u = 1,4$

$T_a \cdot C_u = 0,163172 \text{ detik} \cdot 1,4 = 0,22848 \text{ detik}$.

Dimana nilai $T_a \cdot C_u < T_c$, nilai periode yang digunakan untuk menentukan nilai intensitas gempa, C_s adalah $T = 0,22848$ detik.

Nilai intensitas gempa C_s diperoleh dari rumus :

$$C_{s(\min)} = 0,044 \times SDS \times I_e = 0,044 \times 0,74 \times 1,0 = 0,03256$$

$$C_s = \frac{S_1}{I} = \frac{0,4554}{\frac{1,5}{1}} = 0,3036$$

$$C_{s(\max)} = \frac{SD_1}{T(\frac{1,5}{1})} = \frac{0,3036}{0,22848(\frac{1,5}{1})} = 0,88585$$

Oleh karena itu, Nilai C_s digunakan untuk menentukan gaya geser ekuivalen statis dasar :

$$C_{s(\min)} < C_s < C_{s(\max)} \\ 0,03256 < 0,3036 < 0,88585$$

Nilai C_s yang digunakan adalah 0,3036 untuk memenuhi kebutuhan antara C_s (min) dan C_s (max). Gaya geser dasar yang setara secara statis nominal adalah $V = C_s \cdot W$. Berat total bangunan diambil dari analisis SAP2000 $W = 172129.184$ kg maka: $V = C_s \cdot W = 0,3036 \times 172129.184 = 52258.4203$ kN.

Displacement Pada Struktur Rumah Adat Karo

Penyimpangan antar lantai yang disetujui untuk kategori bahaya seismik I atau II $0,020h_{xs}$. Di mana h x s adalah tinggi bangunan. $0,020 (12) = 0,24 \text{ m} = 24 \text{ cm}$. Menurut perhitungan SAP2000, perpindahan maksimum konstruksi rumah tradisional Karo adalah pada titik 4 kombinasi 1 sebesar 56,894 mm atau 5,6894 cm.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan terhadap struktur Rumah Adat Karo, maka diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Rumah Adat Tradisional Karo berkontruksi kayu memiliki tampak Memiliki struktur yang tidak memerlukan penyambungan berupa panggung dengan dinding miring dan atap jerami., semua dimensi didukung oleh 20 tiang pondasi kayu berdiameter 40 cm yang hanya berdiri diatas umpak batu dan dihuni oleh 8 keluarga (*siwaluh jabu*)
2. Nilai periode getar atau getar pada struktur Rumah Adat Karo adalah $T = 0,163172$ detik., Gaya geser dasar diperoleh dari perhitungan analisis sebesar $V = 52258.4203 \text{ kN}$ dan nilai *displacement* dari Rumah Adat Tradisional yaitu sebesar 5,6894 cm.

5. Saran

Berdasarkan hasil analisis yang dilakukan melalui software SAP 2000, maka ada 2 saran untuk mengembangkan penelitian ini.

1. Kayu yang digunakan dalam pembangunan Rumah Adat Karo belum diteliti., Karena masih banyak kayu yang digunakan untuk membangun Rumah Tradisional Karo Belum pernah dilakukan penelitian tentang sifat fisik dan mekanik kayu.
2. Kajian ini dapat dikembangkan dengan menganalisis setiap sambungan struktur Rumah Adat Karo.

6. Daftar Pustaka

- [1] D. P. Utomo and B. Purba, "Penerapan datamining pada data gempa bumi terhadap potensi tsunami di Indonesia," in *Prosiding Seminar Nasional Riset Information Science (SENARIS)*, 2019, vol. 1, pp. 846–853.
- [2] S. Sunarjo, M. T. Gunawan, and S. Pribadi, "Gempa Bumi Edisi Populer," *Jakarta Badan Meteorol. Klimatologi dan Geofis.*, 2012.
- [3] S. Husein, "Bencana Gempa Bumi," *Univ. Gadjah Mada Yogyakarta*, 2016.
- [4] D. M. Silalahi, "APLIKASI TEKNIK PENGINDERAAN JAUH DAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS UNTUK IDENTIFIKASI KERUSAKAN LAHAN PERTANIAN AKIBAT ERUPSI GUNUNG SINABUNG DI KABUPATEN KARO," UNIMED, 2015.
- [5] W. Hasibuan, "Rumah Batak Toba," *Antropol. Indones.*, pp. 3–11, 2019.
- [6] K. Sianipar, G. Gunardi, S. Rustiyanti, and others, "Makna Seni Ukiran Gorga Pada Rumah Adat Batak," *Panggung*, vol. 25, no. 3, 2015.
- [7] F. Ulfa and I. F. Pane, "PERGESERAN POLA RUANG PADA RUMAH ADAT KARO SIWALUH JABU: Studi Kasus: Desa Budaya Lingga, Karo, Sumatera Utara," *J. Koridor*, vol. 9, no. 2, pp. 243–249, 2018.
- [8] M. Saragih and others, "Retret Rumah Adat Karo: Kajian Semiotik," 2018.
- [9] J. T. A. Saragih, M. N. Loebis, and D. Lindarto, "Space dalam Arsitektur Batak Karo," *J. Lingkungan. Binaan Indones.*, vol. 10, no. 01, pp. 1–8, 2021.
- [10] J. Tarigan, N. Nursyamsi, M. P. S. Harahap, and S. Hani, "The Traditional House in North Sumatera Against the Earthquake: A Case Study of Karo and Toba," *Int. J. Adv. Res. Eng. Innov.*, vol. 4, no. 1, pp. 66–77, 2022.
- [11] Z. Rinaldi, A. W. Purwanti, and R. D. Nur'aini, "Analisa Konstruksi Tahan Gempa Rumah Tradisional Suku Besemah di Kota Pagaram Sumatera Selatan," *Pros. Semnastek*, 2015.
- [12] B. S. Hutabalian and J. Tarigan, "Studi struktur rumah adat tradisional batak toba terhadap gaya gempa," *J. Tek. Sipil USU*, vol. 8, no. 1, 2019.
- [13] S. D. Puspitasari, S. Siswosukarto, S. Harahap, and P. Astuti, "ANALISA PERILAKU DAN KETAHANAN RUMAH ADAT BUGIS TERHADAP BEBAN GEMPA," *J. Tek. Sipil*, vol. 16, no. 4, pp. 280–288, 2022.
- [14] F. Gustiana, D. Pujiastuti, and M. Minangsih, "Pemetaan Percepatan Tanah Maksimum dan Intensitas Gempa Kota Padang Menggunakan Rumusan Fukushima-Tanaka," *J. Fis. Unand*, vol.

- 7, no. 4, pp. 346–352, 2018.
- [15] F. Erwinsyah, R. S. Windah, S. O. Dapas, and S. E. Wallah, “Perhitungan Gaya Geser Pada Bangunan Bertingkat Yang Berdiri Di Atas Tanah Miring Akibat Gempa Dengan Cara Dinamis,” *J. Sipil Statik*, vol. 1, no. 3, 2013.
- [16] M. Z. Araby and others, “PERBAIKAN JOINT KOLOM BALOK DENGAN FEROSEMEN YANG DIBEBANI SIKLIK SESUAI DENGAN PBI 1971,” *J. Civ. Eng. Student*, vol. 3, no. 3, pp. 246–252, 2021.
- [17] A. A. D. Destrina, “PERBANDINGAN DISPLACEMENT ANTARA SISTEM STRUKTUR RIGID FRAME DENGAN SISTEM STRUKTUR DUAL SYSTEM PADA APARTEMEN 30 LANTAI,” UNIVERSITAS HASANUDDIN, 2021.
- [18] Y. A. Harsoyo, “Pengaruh Pemodelan Elemen Tangga pada Gedung Beton Bertulang terhadap Beban Gempa: Studi Kasus Gedung Hotel Tajem Paradise City Yogyakarta 5 Lantai,” *Semesta Tek.*, vol. 19, no. 2, pp. 142–147, 2016.
- [19] V. W. Sujarweni and L. R. Utami, *The master book of SPSS*. Anak Hebat Indonesia, 2019.