

## PERILAKU DAN KETAHANAN STRUKTUR RUMAH VERNAKULAR DESA GUNUNG ALAM LEBONG TERHADAP GEMPA BUMI

Samsul Bahri<sup>1)</sup>, Muhammad Fauzan Hanif<sup>1)</sup>, Mukhlis Islam<sup>1)</sup>, Atik Prihatiningrum<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup>Fakultas Teknik Universitas Bengkulu

Jl. W. R. Supratman, Kandang Limun, Bengkulu 38371

Corresponding author: sbahri@unib.ac.id

### Abstrak

Kabupaten Lebong merupakan daerah rawan gempa di Provinsi Bengkulu. Hal ini karena Kabupaten Lebong terletak berbatasan dengan Pegunungan Bukit Barisan yang termasuk dalam area zona rawan gempa bumi dan masuk dalam garis sesar aktif. Penelitian ini dilakukan pada rumah vernakular milik Bapak Sonid di Desa Gunung Alam Kecamatan Pelabai Kabupaten Lebong dengan tujuan untuk mengetahui perilaku dan ketahanan struktur terhadap gempa bumi. Perilaku dan ketahanan struktur rumah vernakular terhadap gempa bumi dianalisis dengan berpedoman pada SNI 1726:2019. Analisis tersebut dilakukan menggunakan *software* SAP 2000 untuk mendapatkan gaya-gaya dalam aktual berupa momen lentur ( $M$ ), gaya geser ( $V$ ), dan gaya aksial ( $P$ ). Kapasitas struktur kayu dianalisis dengan metode Desain Faktor Beban Ketahanan (DFBK) yang mengacu pada SNI 7973:2013 untuk mendapatkan momen lentur terkoreksi ( $M'$ ), gaya aksial terkoreksi ( $P'$ ), dan gaya geser terkoreksi ( $V'$ ). Hasil analisis struktur terhadap gempa bumi menghasilkan gaya-gaya dalam aktual yang sama dalam kondisi tanah sedang maupun tanah lunak sehingga semua elemen struktur rumah vernakular tersebut memiliki perilaku struktur yang sama. Analisis kapasitas struktur kayu menghasilkan gaya-gaya dalam terkoreksi sebagian elemen struktur lebih kecil dari gaya-gaya dalam aktual, sehingga struktur rumah vernakular tidak mampu menahan gaya yang terjadi. Namun demikian, berdasarkan peristiwa terjadinya gempa bumi dan dampak yang ditimbulkannya hingga penelitian ini dilakukan, kondisi rumah vernakular masih berdiri dengan kokoh tanpa ada kerusakan pada elemen strukturnya.

**Kata kunci** : struktur kayu ,vernakular, gempa bumi, gaya dalam

### Abstract

Lebong Regency is an earthquake-prone area in Bengkulu Province. This is because Lebong Regency is located adjacent to the Bukit Barisan Mountains which are included in the earthquake-prone zone and in the line of active faults. This research was conducted at Mr. Sonid's vernacular house in Gunung Alam Village, Pelabai District, Lebong Regency to determine the behavior and the resistance of its structure. The behavior and resilience of the vernacular house structure against earthquakes is analyzed based on SNI 1726:2019. The analysis was carried out using SAP 2000 software to obtain the actual internal forces in the form of bending moment ( $M$ ), shear force ( $V$ ), and compressive force ( $P$ ). The capacity of the wood structure was analyzed using the Load and Resistance Factor Design (LRFD) method which refers to SNI 7973:2013 to obtain adjusted moment capacity values ( $M'$ ), adjusted compression capacity ( $P'$ ), and adjusted shear capacity ( $V'$ ). The results of structural analysis of earthquakes produce the same actual internal forces in medium and soft soil conditions so that all structural elements of the vernacular house have the same structural behavior. Analysis of the capacity of the wooden structure results the adjusted internal forces of some structural elements which are smaller than the actual internal forces, so that the vernacular house structure is unable to withstand the forces that occur. However, based on the earthquake and its impact until this research was conducted, the condition of the vernacular house still stands strong without any damage to its structural elements.

**Keywords** : wood structure, vernacular, earthquake, internal forces

## PENDAHULUAN

Gempa bumi adalah peristiwa dimana bumi bergoncang akibat pergesekan lapisan batuan pada kulit bumi secara mendadak. Pemicu pergerakan yang menyebabkan gempa bumi dapat terjadi karena adanya pergerakan lempeng tektonik yang dikenal dengan gempa tektonik atau disebabkan aktivitas gunung berapi karena adanya pergerakan magma di dalam gunung berapi kemudian terjadi letusan yang mengguncang tanah sekitarnya yang disebut dengan gempa vulkanik.

Sudibyakto (2014) menyebutkan, di Negara Kesatuan Republik Indonesia terdapat 28 wilayah yang rawan terkena gempa dan tsunami, termasuk daerah yang menjadi favorit tujuan wisata seperti Bali, NTB, dan NTT. Wilayah lain yang berisiko terkena gempa dan tsunami adalah Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Bengkulu, Lampung, Banten, Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Timur, Sulawesi Utara, Sulawesi Selatan, Maluku Utara, Maluku Selatan, Biak, Yapen, Fak-fak, dan Balikpapan.

Wilayah Provinsi Bengkulu terdiri dari 9 kabupaten dan 1 kota. Semua wilayah tersebut merupakan daerah rawan gempa bumi. Provinsi Bengkulu telah diguncang dua gempa bumi dengan skala besar dalam 2 dekade terakhir, dengan kekuatan 7,3 SR yang terjadi pada tahun 2000 dan 7,9 SR yang terjadi pada tahun 2007 (Supriani, 2009). Kabupaten Lebong merupakan wilayah Bengkulu yang terletak berbatasan dengan Pegunungan Bukit Barisan. Pegunungan ini termasuk dalam area zona rawan gempa bumi dan masuk dalam garis episenter sesar aktif (Bapelitbang, 2017). Tercatat terjadi gempa bumi yang menyebabkan kerusakan 247 rumah warga dengan kekuatan Gempa M 5,1 dan berkedalaman 10 km dengan pusat gempa berada di darat sekitar 6 km barat daya Lebong, pada 6 Desember 2017 (TKK BNPB, 2021).

Desa Gunung Alam Kecamatan Pelabai Kabupaten Lebong memiliki beberapa rumah vernakular yang dibuat oleh masyarakat Suku Rejang. Konstruksi rumah tersebut tersusun dari bahan kayu di mana

umurnya sampai saat ini diperkirakan telah mencapai lebih dari 50 tahun.

Keadaptifan rumah Suku Rejang sebagai hunian di daerah rawan bencana gempa bumi, telah diterapkan dalam bentuk rumah panggung menggunakan material utama kayu lokal setempat. Dari 54 rumah yang ada di Desa Gunung Alam, berdasarkan kriteria sistem rumah panggung dan usia bangunan tertua didapatkan tiga rumah dari tiga jenis bentuk hunian yang tersebar yaitu sampel 1 (H-01) dibangun sekitar tahun 1957, sampel 2 (H-02) dibangun sekitar tahun 1968 dan sampel 3 (H-03) dibangun sekitar tahun 1949. Antara bencana alam, struktur bangunan dan bentuk tampilan bangunan memiliki keterkaitan. Keterkaitan konfigurasi bangunan dalam bentuk, ukuran, sifat, tata letak elemen, menentukan pengaruh terhadap respon bangunan yang pada akhirnya menentukan komponen strukturalnya (Prihatiningrum *et al.*, 2020).

Komponen struktur rumah vernakular Desa Gunung Alam Lebong ini memiliki ciri yang khas yaitu semua elemen struktur menggunakan material dari kayu. Kekuatan material kayu telah diuji oleh beberapa peneliti. Hunggurami, *et al* (2016) melakukan pengujian mekanis kayu untuk mengukur nilai kuat tekan sejajar serat dan kuat lentur kayu kemudian membandingkan dengan nilai kuat tekan sejajar serat dan kuat lentur kayu (nilai desain acuan) dalam SNI 7973:2013. Hasil yang didapat menunjukkan ada peningkatan nilai aktual hasil pengujian dengan nilai desain acuan. Kuat tekan sejajar serat kayu yang diuji lebih tinggi 59,57% dan kuat lentur kayu yang diuji lebih tinggi 121,51%.

Manthani dan Fauzan (2019) menyatakan hasil analisis terhadap desain struktur bangunan adat Sumatera Barat dengan pengaruh beban gempa menggunakan metode statik ekuivalen menunjukkan bahwa komponen struktur kuat dalam menahan beban terhadap gaya dalam yang dihasilkan.

Perencanaan bangunan di Indonesia untuk bangunan gedung dan non gedung saat ini memiliki standar terbaru yaitu SNI 1726:2019 dan standar mengenai spesifikasi desain struktur kayu yaitu SNI 7973:2013. Perubahan standar dilakukan karena adanya pembaharuan dari kekurangan peraturan yang

sebelumnya. Tingginya resiko kegagalan struktur akibat gempa pada bangunan gedung dan non gedung serta masih sedikitnya penelitian yang membahas mengenai struktur kayu tahan gempa di Provinsi Bengkulu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut. Oleh karena itu, dalam penelitian ini penulis akan melakukan analisis ketahanan struktur rumah vernakular Desa Gunung Alam Kecamatan Pelabai Kabupaten Lebong.

## METODE PENELITIAN

### Tahapan Penelitian

Analisis perilaku dan ketahanan struktur rumah vernakular milik Bapak Sonid menggunakan *software* SAP 2000. Data pengukuran lapangan selanjutnya digambarkan dalam bentuk 2 dimensi (2D). Data pembebanan sesuai standar yang berlaku. Analisa beban gempa menggunakan Aplikasi Respon Spektra 2021 yang dikembangkan oleh Pusat Studi Gempa Nasional pada situs <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021>.

Hasil analisis perilaku dan ketahanan struktur dalam bentuk gaya-gaya dalam aktual selanjutnya dibandingkan dengan nilai gaya-gaya dalam terkoreksi. Nilai gaya-gaya dalam terkoreksi dianalisis dengan mengacu pada SNI 7973:2013 tentang Spesifikasi Desain untuk Konstruksi Kayu dengan Metode Desain Faktor Beban Ketahanan (DFBK). Rumus dan persyaratan yang digunakan dalam melakukan analisis mengikuti ketentuan sebagai berikut :

$$P_u < P' \quad (1)$$

$$P' = F_c' \times C_p \times A \quad (2)$$

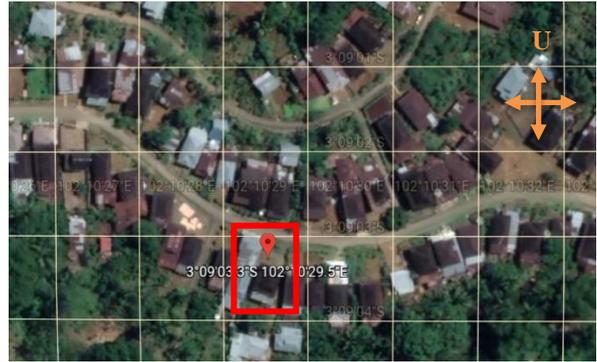
$$M < M' \quad (3)$$

$$M' = F_b' \times S \quad (4)$$

$$V \leq V' \quad (5)$$

$$V' = 2/3 F_v' \times A \quad (6)$$

Rumah Bapak Sonid sebagai obyek penelitian berada di Desa Gunung Alam Kecamatan Pelabai Kabupaten Lebong pada koordinat 3°09'03.4"S dan 02°10'29.5"E sebagaimana ditampilkan dalam Gambar 1.



Gambar 1. Rumah Bapak Sonid (Google Earth, 2020)

### Pembebanan

Faktor pembebanan pada rumah dan gedung menjadi faktor yang sangat berpengaruh pada perencanaan rumah dan gedung. Berdasarkan Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung 1987 (PPPURG 1987), beban-beban yang bekerja pada elemen struktur meliputi:

1. Beban Mati (*Dead Load*)
2. Beban Hidup (*Live Load*)
3. Beban Angin (*Wind Load*)
4. Beban Gempa (*Quake Load*)

Kombinasi pembebanan menurut SNI 1726:2019 adalah sebagai berikut :

1.  $1,4D$
2.  $1,2D + 1,6L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$
3.  $1,2D + 1,6 (Lr \text{ atau } R) + (L \text{ atau } 0,5W)$
4.  $1,2D + 1,0W + L + 0,5 (Lr \text{ atau } R)$
5.  $0,9D + 1,0W$
6.  $1,2D + E_v + E_h + L$
7.  $0,9D - E_v + E_h$

### Analisis

Tahap-tahap analisis pada penelitian adalah sebagai berikut :

#### 1. Pemodelan Struktur

Pemodelan komponen struktur rumah vernakular diawali dengan tahap membuat *grid* dimensi x,y,z sesuai data hasil pengukuran lapangan. Langkah berikutnya memasukkan data jenis kayu yang digunakan sebagai bahan konstruksi. Setelah *grid* dibuat dan bahan konstruksi diinput, selanjutnya membuat model elemen-elemen struktur. hasil pembebanan struktur dimasukkan pada model 3D yang sudah dibuat. Setelah semua tahapan pemodelan struktur selesai, lakukan analisis untuk mendapatkan gaya-gaya dalam aktual berupa momen lentur (M), gaya geser (V), dan gaya aksial (P).

## 2. Analisis Struktur

Analisis struktur terhadap gempa bumi dari pemodelan yang sudah dilakukan mengacu pada SNI 1726:2019 dan pembebanan lainnya mengacu pada SNI 1727:2013, PPURG 1987 dan PKKI 1961. Hasil analisis menghasilkan nilai gaya-gaya dalam aktual.

## 3. Analisis Kapasitas Struktur Kayu

Analisis kapasitas struktur kayu dilakukan dengan mengacu kepada SNI 7973:2013. Data yang digunakan untuk analisis kapasitas struktur kayu menggunakan 2 nilai pendekatan yaitu:

1. Nilai desain acuan menggunakan data dari SNI 7973:2013
2. Nilai desain acuan kuat tekan ditambah sebesar 59,57%, dan kuat lentur sebesar 121,51%.

Analisis kapasitas struktur kayu dilakukan untuk mendapatkan nilai gaya-gaya dalam terkoreksi berupa momen lentur terkoreksi ( $M'$ ), gaya aksial terkoreksi ( $P'$ ), dan gaya geser terkoreksi ( $V'$ ). Hasil analisis kapasitas struktur kayu selanjutnya dibandingkan dengan gaya-gaya dalam aktual untuk melakukan pengecekan kekuatan dan ketahanan dari elemen-elemen struktur rumah vernakular.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rumah Vernakular

Rumah vernakular Desa Gunung Alam Kabupaten Lebong merupakan rumah yang terbuat dari material kayu. Rumah ini memiliki karakteristik tersendiri yaitu dengan sistem rumah panggung. Pada bagian struktur bawah rumah ini menggunakan sistem pondasi umpak yang mana kolom bagian bawah langsung menapak pada batu pipih yang berada di bawahnya sebagai tumpuan struktur bangunan ke tanah. Elemen struktur dari rumah vernakular ini meliputi kolom, balok, kuda-kuda menggunakan material kayu balam (E10) sedangkan material untuk dinding dan pelat menggunakan kayu medang (E8). Gambar 2 adalah tampak depan dari rumah Bapak Sonid.



**Gambar 2.** Rumah Vernakular Milik Bapak Sonid

Hasil survei pengambilan data lapangan didapatkan informasi terkait dengan elemen struktur yang meliputi data kolom, balok, kuda-kuda, dinding dan pelat menggunakan material kayu balam (E10) sedangkan material untuk dinding dan pelat menggunakan kayu medang (E8). Tabel 1 menyajikan hasil survei lapangan terkait dimensi struktur rumah tersebut.

**Tabel 1.** Ukuran Struktur Rumah Bapak Sonid

| Item Struktur           | Ukuran (cm) |
|-------------------------|-------------|
| Panjang Bangunan        | 890         |
| Lebar Bangunan          | 690         |
| Tinggi Lantai Dasar     | 168         |
| Tinggi Atap             | 275         |
| Diameter kolom pedestal | 30          |
| Kolom 1 (Kolom Utama)   | 9,5 x 9,5   |
| Kolom 2 (Kolom Praktis) | 7 x 7       |
| Balok 1 (Balok Utama)   | 13 x 13     |
| Balok 2 (Balok Anak)    | 10 x 10     |
| Ring Balok              | 7,5 x 10    |
| Kuda-Kuda               | 5,5 x 7     |

### Perhitungan Pembebanan

Perhitungan pembebanan untuk menganalisis struktur mengacu pada SNI 1726:2019, SNI 1727:2013, PPURG 1987 dan PKKI 1961. Penentuan pembebanan untuk menganalisis struktur mengacu pada SNI 1726:2019, SNI 1727:2013, PPURG 1987 dan PKKI 1961. Berikut rincian pembebanannya:

#### 1. Beban Mati

Beban mati (berat sendiri) dari bahan dan komponen rumah untuk beban kayu mengacu pada PKKI 1961 sedangkan beban atap mengacu pada PPURG 1987 sebagai berikut:

# Perilaku dan Ketahanan Struktur Rumah Vernakular Desa Gunung Alama Lebong Terhadap Gempa Bumi

- a. Kayu Balam :  $670 \text{ kg/m}^3$
- b. Kayu Medang :  $530 \text{ kg/m}^3$   
 Dinding = BJ kayu x tebal dinding  
 =  $530 \times 0,02$   
 =  $10,6 \text{ kg/m}^2$   
 Pelat Lantai = BJ kayu x tebal dinding  
 =  $530 \times 0,02$   
 =  $10,6 \text{ kg/m}^2$
- c. Penutup atap seng gelombang (BJLS 25) tanpa gordeng =  $10 \text{ kg/m}^2$ .

## 2. Beban Hidup

Beban hidup dari bahan dan komponen rumah yang mengacu pada SNI 1727:2013 untuk penggunaan rumah tinggal sebagai berikut:

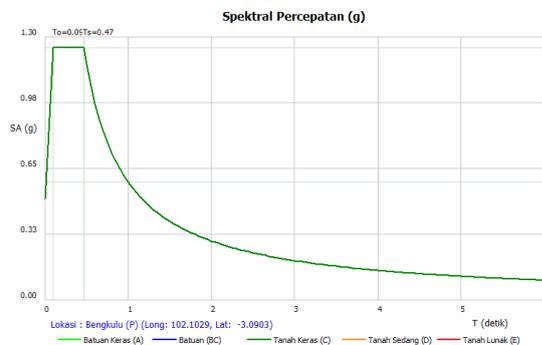
- a. Lantai :  $1,92 \text{ kN/m}^2$
- b. Atap :  $0,96 \text{ kN/m}^2$ .

## 3. Beban Angin

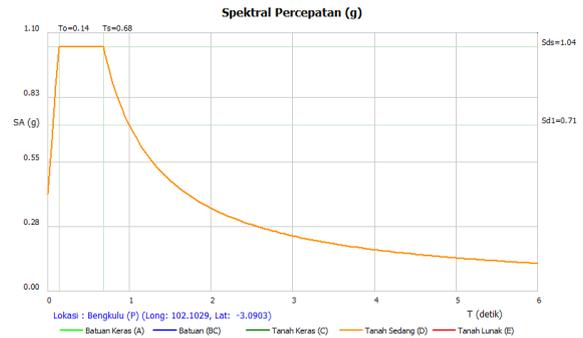
Perhitungan beban angin yang terjadi mengacu pada SNI 1727:2013.

## 4. Beban Gempa

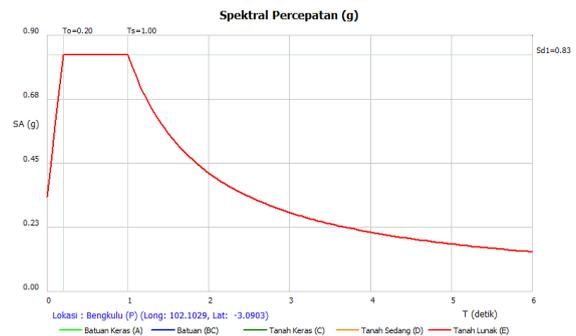
Beban gempa diperoleh dengan cara memasukkan koordinat  $3^{\circ}09'03.4''\text{S}$  dan  $102^{\circ}10'29.5''\text{E}$  pada Aplikasi Respon Spektra 2021 yang dikembangkan oleh Pusat Studi Gempa Nasional pada situs <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021>. Beban gempa menggunakan respon spektrum dalam kondisi tanah keras, tanah sedang dan tanah lunak yang mengacu pada SNI 1726:2019. Gambar 3, 4 dan 5 adalah respon spektrum tanah kondisi keras, sedang dan lunak luaran dari Aplikasi Respon Spektra 2021 yang diolah dalam situs <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021>.



**Gambar 3.** Respon Spektrum Tanah Keras



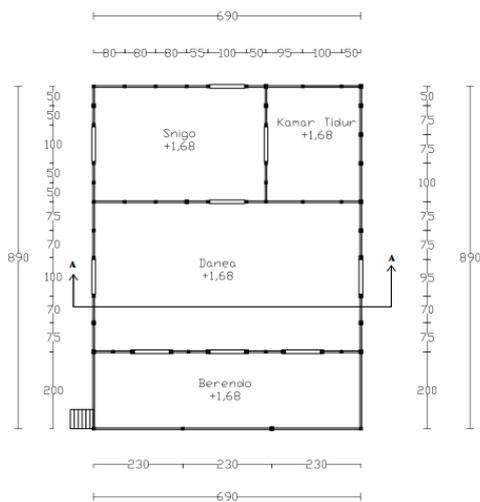
**Gambar 4.** Respon Spektrum Tanah Sedang



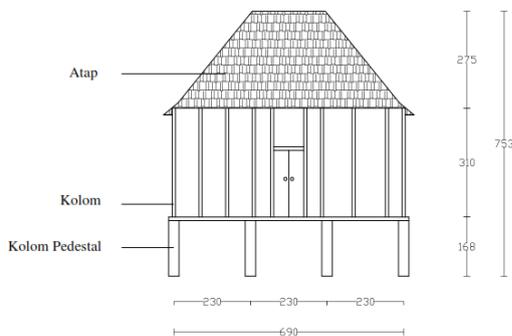
**Gambar 5.** Respon Spektrum Tanah Lunak

## Pemodelan dan Analisa Struktur

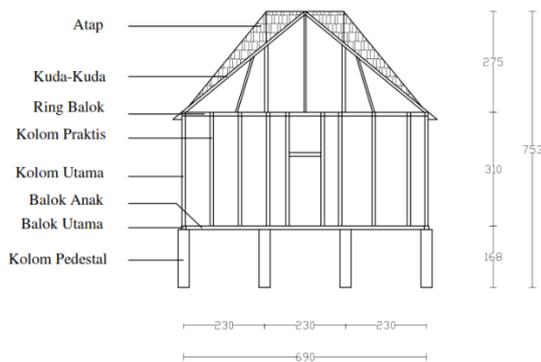
Pemodelan dilakukan dengan 2 tahapan yaitu pemodelan 2 Dimensi (2D) dan pemodelan 3 Dimensi (3D). Pemodelan awal digambarkan dalam bentuk gambar 2D menggunakan *software* AutoCAD. Hasilnya seperti ditampilkan dalam Gambar 6, Gambar 7 dan Gambar 8. Model 2D diperlukan untuk memudahkan identifikasi tata letak dan ukuran yang akan digunakan dalam pemodelan 3D. Pemodelan rumah vernakular dilakukan untuk memberikan gambaran secara utuh mengenai denah, denah potongan, denah kolom, denah balok, denah kuda-kuda, tampak depan dan tampak potongan dari rumah vernakular yang tinjau.



Gambar 6. Denah Potongan A-A



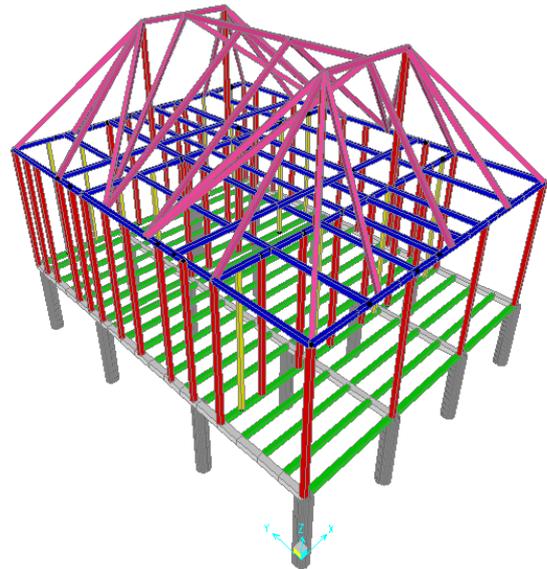
Gambar 7. Tampak Depan



Gambar 8. Tampak Potongan A-A

Pemodelan komponen struktur rumah vernakular Desa Gunung Alam Lebong diawali dengan tahap membuat *grid* dimensi x,y,z sesuai data hasil pengukuran dilapangan. Langkah berikutnya membuat material sesuai jenis kayu yang digunakan, setelah *grid* dan material sudah dibuat lalu

membuat struktur kolom, balok, dan ring balok. Masukkan hasil respon spektrum dan pembebanan lainnya. Setelah semuanya selesai lakukan analisis untuk mendapatkan gaya-gaya dalam aktual berupa momen lentur (M), gaya geser (V), dan gaya aksial (P). Hasil pemodelan 3D seperti pada Gambar 9.



Gambar 9. Hasil Pemodelan 3D

### Analisis Kapasitas Struktur Kayu

Analisis kapasitas struktur kayu dilakukan dengan menggunakan SNI 7973:2013 dengan memodifikasi nilai desain acuan. Analisis kapasitas struktur kayu dilakukan untuk mendapatkan nilai gaya-gaya dalam terkoreksi berupa momen lentur terkoreksi (M'), gaya aksial terkoreksi (P'), dan gaya geser terkoreksi (V'). Hasil analisis kapasitas struktur kayu selanjutnya dibandingkan dengan gaya-gaya dalam aktual untuk melakukan pengecekan kekuatan dan ketahanan dari elemen-elemen struktur rumah vernakular.

### Perbandingan Hasil Analisis

Perbandingan hasil analisis struktur dengan hasil analisis kapasitas struktur kayu menggunakan SNI 7973:2013 dengan memodifikasi nilai desain acuan pada kondisi tanah keras ditampilkan pada Tabel 2 dan Tabel 3, sedangkan Tabel 4 dan Tabel 5 menggunakan tanah sedang/lunak. Hasil analisis struktur mengacu pada SNI 1726:2019 dan analisis kapasitas struktur kayu pada rumah vernakular milik Bapak

Perilaku dan Ketahanan Struktur Rumah Vernakular Desa Gunung Alama Lebong Terhadap Gempa Bumi

Sonid di Desa Gunung Alam Lebong menggunakan SNI 7973:2013 dan analisis struktur kayu dengan memodifikasi nilai desain acuan didapatkan beberapa hasil sebagai berikut:

1. Hasil analisis struktur kayu menggunakan SNI 7973:2013 dengan memodifikasi nilai desain acuan terjadi kenaikan pada nilai momen lentur terkoreksi ( $M'$ ) dan kekuatan aksial terkoreksi ( $P'$ ).
2. Hasil analisis kedua cara di atas menunjukkan bahwa elemen struktur kolom utama (kolom 1), kolom praktis (kolom 2) dan kolom pedestal mampu menahan gaya aksial yang terjadi.
3. Hasil analisis menggunakan SNI 7973:2013 menunjukkan bahwa elemen struktur balok anak (balok 2) mampu menahan momen lentur yang terjadi, namun elemen struktur balok utama (balok 1), ring balok dan kuda-kuda tidak mampu menahan momen lentur yang terjadi.
4. Hasil analisis menggunakan SNI 7973:2013 dengan memodifikasi nilai desain acuannya menunjukkan elemen struktur balok utama (balok 1), balok anak (balok 2), dan ring balok mampu menahan momen lentur yang terjadi, namun untuk struktur kuda-kuda tidak mampu menahan momen lentur yang terjadi.
5. Hasil analisis menggunakan SNI 7973:2013 menunjukkan kekuatan struktur pada balok utama (balok 1), balok anak (balok 2), ring balok dan kuda-kuda tidak aman terhadap tegangan geser yang terjadi.
6. Hasil analisis kapasitas struktur kayu menghasilkan gaya-gaya dalam terkoreksi sebagian elemen struktur lebih kecil dari gaya-gaya dalam aktual, sehingga struktur rumah vernakular tidak aman terhadap gempa bumi.
7. Hasil analisis struktur terhadap gempa bumi menghasilkan gaya-gaya dalam aktual yang sama dalam kondisi tanah sedang maupun tanah lunak sehingga semua elemen struktur rumah vernakular tersebut memiliki perilaku struktur yang sama.

**Tabel 2.** Hasil Analisis pada Tanah Keras

|    | GDA      |        | GDS      |         | GDM      |         | Keterangan   |
|----|----------|--------|----------|---------|----------|---------|--|
|    | Mu (kNm) | V (kN) | M' (kNm) | V' (kN) | M' (kNm) | V' (kN) |  |
| B1 | 7,81     | 19,47  | 4,25     | 17,56   | 9,41     | -       | GDS M : $\checkmark$<br>GDS V : $\times$<br>GDT M : $\checkmark$ |
| B2 | 1,86     | 10,63  | 1,93     | 10,39   | 4,28     | -       | GDS M : $\checkmark$<br>GDS V : $\times$<br>GDT M : $\checkmark$ |
| RB | 3,06     | 13,43  | 1,45     | 7,79    | 3,21     | -       | GDS M : $\times$<br>GDS V : $\times$<br>GDT M : $\checkmark$     |
| KK | 3,31     | 5,45   | 0,52     | 4,00    | 1,15     | -       | GDS M : $\checkmark$<br>GDS V : $\times$<br>GDT M : $\checkmark$ |

**Tabel 3.** Hasil Analisis pada Tanah Keras

| ES  | GDA      | GDS      | GDM      | Keterangan          |
|-----|----------|----------|----------|---------------------|
|     | Pu (kNm) | P' (kNm) | P' (kNm) |                     |
| K1  | 11,82    | 38,83    | 12,80    | GDS P : √ GDS P : √ |
| K2  | 9,36     | 12,32    | 4,28     | GDS P : √ GDS P : √ |
| KPE | 34,13    | 1522,24  | 3253,29  | GDS P : √ GDS P : √ |

**Tabel 4.** Hasil Analisis pada Tanah Sedang/Lunak

| ES | GDA      |        | GDS      |         | GDM      |         | Keterangan                          |
|----|----------|--------|----------|---------|----------|---------|-------------------------------------|
|    | Mu (kNm) | V (kN) | M' (kNm) | V' (kN) | M' (kNm) | V' (kN) |                                     |
| B1 | 7,81     | 19,47  | 4,25     | 17,56   | 9,41     | -       | GDS M : √<br>GDS V : ✗<br>GDT M : √ |
| B2 | 1,77     | 10,53  | 1,93     | 10,39   | 4,28     | -       | GDS M : √<br>GDS V : ✗<br>GDT M : √ |
| RB | 3,06     | 13,43  | 1,45     | 7,79    | 3,21     | -       | GDS M : ✗<br>GDS V : ✗<br>GDT M : √ |
| KK | 3,31     | 5,45   | 0,52     | 4,00    | 1,15     | -       | GDS M : √<br>GDS V : ✗<br>GDT M : √ |

**Tabel 5.** Hasil Analisis pada Tanah Sedang/Lunak

| ES  | GDA      | GDS      | GDM      | Keterangan          |
|-----|----------|----------|----------|---------------------|
|     | Pu (kNm) | P' (kNm) | P' (kNm) |                     |
| K1  | 11,82    | 38,83    | 12,80    | GDS P : √ GDS P : √ |
| K2  | 9,36     | 12,32    | 4,28     | GDS P : √ GDS P : √ |
| KPE | 34,13    | 1522,24  | 3253,29  | GDS P : √ GDS P : √ |

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang bisa diambil dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Struktur mampu menahan momen lentur jika nilai momen atau tegangan lentur aktual ( $M$ ) lebih kecil dari momen lentur terkoreksi ( $M'$ ).
2. Struktur mampu menahan tegangan geser jika nilai tegangan geser aktual ( $V$ ) lebih kecil dari tegangan geser terkoreksi ( $V'$ ).
3. Struktur mampu menahan gaya aksial jika nilai gaya aksial aktual ( $P$ ) lebih kecil dari gaya aksial terkoreksi ( $P'$ ).
4. Hasil analisis struktur mengacu pada SNI 1726:2019 dan analisis kapasitas struktur kayu pada rumah vernakular milik Bapak Sonid di Desa Gunung Alam Lebong menggunakan SNI 7973:2013 dan analisis struktur kayu menggunakan SNI 7973:2013 dengan memodifikasi nilai desain acuan didapatkan beberapa hasil sebagai berikut:
  - a. Hasil analisis struktur kayu menggunakan SNI 7973:2013 dengan memodifikasi nilai desain acuan terjadi kenaikan pada nilai momen lentur terkoreksi ( $M'$ ) dan kekuatan aksial terkoreksi ( $P'$ ).
  - b. Hasil analisis kedua cara di atas menunjukkan bahwa elemen struktur kolom utama (kolom 1), kolom praktis (kolom 2) dan kolom pedestal mampu menahan gaya aksial yang terjadi.
  - c. Hasil analisis menggunakan SNI 7973:2013 menunjukkan bahwa elemen struktur balok anak (balok 2) mampu menahan momen lentur yang terjadi, namun elemen struktur balok utama (balok 1), ring balok dan kuda-kuda tidak mampu menahan momen lentur yang terjadi.
  - d. Hasil analisis menggunakan SNI 7973:2013 dengan memodifikasi nilai desain acuannya menunjukkan elemen struktur balok utama (balok 1), balok anak (balok 2), dan ring balok mampu menahan momen lentur yang terjadi, namun untuk struktur

kuda-kuda tidak mampu menahan momen lentur yang terjadi.

- e. Hasil analisis menggunakan SNI 7973:2013 menunjukkan kekuatan struktur pada balok utama (balok 1), balok anak (balok 2), ring balok dan kuda-kuda tidak aman terhadap tegangan geser yang terjadi.
- f. Hasil analisis kapasitas struktur kayu menghasilkan gaya-gaya dalam terkoreksi sebagian elemen struktur lebih kecil dari gaya-gaya dalam aktual, sehingga struktur rumah vernakular tidak aman terhadap gempa bumi.
- g. Hasil analisis struktur terhadap gempa bumi menghasilkan gaya-gaya dalam aktual yang sama dalam kondisi tanah sedang maupun tanah lunak sehingga semua elemen struktur rumah vernakular tersebut memiliki perilaku struktur yang sama.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Dekan Fakultas Teknik Univeristas Bengkulu yang telah membiayai penelitian ini.

## DAFTAR NOTASI

- $A$  = Luas penampang kayu  
 $F_C'$  = Kekuatan tekan kayu terkoreksi  
 $F_V'$  = Kekuatan geser kayu terkoreksi  
 $F_b'$  = Kekuatan lentur kayu terkoreksi  
 $b$  = lebar komponen struktur balok  
 $P$  = Gaya tekan actual  
 $P'$  = Gaya tekan terkoreksi  
 $M$  = Momen aktual  
 $M'$  = Momen lentur terkoreksi  
 $V$  = Tegangan geser aktual  
 $V'$  = Tegangan geser terkoreksi  
 $S$  = modulus penampang elastik balok kayu  
 $D$  = Beban mati (*Dead Load*)  
 $L$  = Beban hidup (*Live Load*)  
 $R$  = Beban hujan (*Rain Load*)  
 $W$  = Beban angin (*Wind Load*)  
 $E_v$  = Beban gempa arah vertical (*Earthquake Vertical*)  
 $E_h$  = Beban gempa arah horizontal (*Earthquake Horizontal*)

B1 = Balok 1 (Balok Utama)  
B2 = Balok 2 (Balok Anak)  
RB = Ring Balok  
KK = Kuda-Kuda  
K1 = Kolom 1 (Kolom Utama)  
K2 = Kolom 2 (Kolom Praktis)  
KP = Kolom Pedestal  
GDA = Gaya Dalam Aktual  
GDS = Gaya Dalam Hasil Analisis menggunakan SNI  
GDM = Gaya Dalam Hasil Analisis menggunakan Modifikasi  
 $\sqrt{\quad}$  = Mampu Menahan Beban Yang Terjadi  
**X** = Tidak Mampu Menahan Beban Yang Terjadi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bapelitbang. 2017. **Peta Sumber Dan Bahaya Gempa Indonesia Tahun 2017 (Edisi 1; PUPR, Ed.)**. Bandung : Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan Dan Permukiman.
- Hunggurami, E., Utomo, S., dan Messakh, B. 2016. **Identifikasi Kuat Acuan terhadap Jenis Kayu yang Diperdagangkan Di Kota Kupang Berdasarkan SNI 7973:2013**. Jurnal Teknik Sipil, V(2):175-184.
- Manthani, R., & Fauzan, M. 2019. **Desain dan Analisis Struktur Bangunan Adat Sumatera Barat Terhadap Ketahanan Gempa**. Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan 4(1):25-36.
- PKKI 1961. **Peraturan Konstruksi Kayu Indonesia**. 1961. Jakarta: DPU
- PPPURG. 1987. **Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung**. Jakarta: DPU.
- Prihatiningrum, A., Ramawangsa, P. A., dan Bahri, S. 2020. **Karakter Bentuk Hunian Suku Rejang Di Daerah Rawan Gempa**. Jurnal Ilmiah Arsitektur dan Lingkungan Binaan 18(1):84-93.
- Pusat Studi Gempa Nasional. 2021. **Aplikasi Respon Spektra 2021**. <http://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021>.
- SNI 1726:2019. **Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Bangunan Gedung dan Non Gedung**. 2019. Jakarta: BSN.
- SNI 1727:2013. **Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain**. 2013. Jakarta: BSN.
- SNI 7973:2013. **Spesifikasi Desain Untuk Konstruksi Kayu**. 2013. Jakarta: BSN.
- Sudibyakto. 2014. **28 Wilayah Rawan Gempa dan Tsunami**. <https://www.ugm.ac.id/id/berita/9278-28-wilayah-rawan-gempa-dan-tsunami>. 15 September 2014.
- Supriani, F. (2009). **Studi Mitigasi Gempa Di Bengkulu Dengan Membangun Rumah Tahan Gempa**. Jurnal Teknik Sipil - Inersia, 1(1):7-16.
- TKK BNPB. (2021). **Kesiapsiagaan Menyikapi Catatan Sejarah Kegempaan Wilayah Bengkulu**. <https://www.bnpb.go.id/berita/kesiapsiagaan-menyikapi-catatan-sejarah-kegempaan-wilayah-bengkulu>. 28 Juni 2021.