

## **Analisis Kekuatan Struktur dan nilai P-Delta Rumah Tinggal Sederhana 1 Lantai Tahan Gempa Tipe 45 (Studi Kasus: Rumah Tinggal Tahan Gempa Tipe 45 Magang MBKM-BPBD Kabupaten Bantul 2025)**

**Farhat Mukti Rizki\*, Retnowati Setioningsih, Marwanto**

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional Yogyakarta

Email: [1100220053@students.itny.ac.id](mailto:1100220053@students.itny.ac.id)

**Abstrak.** Indonesia merupakan wilayah dengan tingkat seismik yang tinggi sehingga perencanaan bangunan rumah tinggal memerlukan pendekatan struktur tahan gempa yang sesuai dengan SNI. Kabupaten Bantul sebagai salah satu daerah rawan gempa memiliki riwayat kerusakan rumah tinggal yang signifikan akibat gempa bumi, sehingga diperlukan evaluasi kekuatan struktur rumah sederhana agar mampu menjamin keselamatan penghuni. Penelitian ini bertujuan menganalisis kekuatan struktur rumah tinggal tahan gempa tipe 45 m<sup>2</sup> dengan sistem struktur beton bertulang berdasarkan ketentuan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019. Metode penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus. Analisis struktur dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 v22 dengan mempertimbangkan beban mati, beban hidup, dan beban gempa yang dimodelkan menggunakan analisis dinamik respons spektrum. Parameter gempa berdasarkan klasifikasi wilayah gempa dan kondisi tanah, sedangkan kombinasi pembebanan diterapkan sesuai ketentuan perencanaan struktur. Hasil analisis menunjukkan bahwa partisipasi massa ragam struktur telah memenuhi persyaratan lebih dari 90%, Nilai simpangan maksimum sebesar  $\Delta X$  14,630 mm dan  $\Delta Y$  27,500 mm, dengan gaya aksial 2,032 kN dan gaya geser 1,186 kN serta 1,095 kN, sedangkan koefisien stabilitas P-Delta berada jauh di bawah batas izin 0,1 sehingga struktur dinyatakan stabil. Hasil perencanaan menunjukkan bahwa balok menggunakan tulangan longitudinal 3D10 pada longitudinal atas dan 2D10 pada bagian bawah, dengan tulangan transversal D8-40; pada lapangan bagian atas dan bawah menggunakan tulangan 2D10 dan tulangan transversal D8-50, sedangkan kolom menggunakan tulangan longitudinal 4D13 dan tulangan transversal D8-90. Konfigurasi tulangan tersebut memenuhi persyaratan kekuatan dan daktilitas, sehingga struktur rumah tinggal tipe 45 m<sup>2</sup> dinyatakan layak dan aman untuk diterapkan di Kabupaten Bantul.

**Kata Kunci :** Rumah Tinggal Tahan Gempa, SAP2000 v22, SNI 2847:2019, SNI 1726:2019

**Abstrack.** Indonesia is located in a region with high seismic activity; therefore, the design of residential buildings requires an earthquake-resistant structural approach in accordance with the Indonesian National Standards (SNI). Bantul Regency, as one of the earthquake-prone areas, has experienced significant damage to residential houses due to past earthquakes, highlighting the need for evaluating the structural strength of simple residential buildings to ensure occupant safety. This study aims to analyze the structural performance of a 45 m<sup>2</sup> earthquake-resistant residential house with a reinforced concrete structural system based on the provisions of SNI 1726:2019 and SNI 2847:2019. The research employs a descriptive quantitative method using a case study approach. Structural analysis was conducted using SAP2000 v22 software by considering dead loads, live loads, and seismic loads modeled through dynamic response spectrum analysis. Seismic parameters were determined based on seismic zone classification and soil conditions, while load combinations were applied in accordance with structural design provisions. The analysis results indicate that the modal mass participation ratio of the structure exceeds the required 90%. The maximum story drift values are  $\Delta X = 14.630$  mm and  $\Delta Y = 27.500$  mm, with axial force of 2.032

*kN and shear forces of 1.186 kN and 1.095 kN. The P–Delta stability coefficient is significantly below the allowable limit of 0.1, indicating that the structure is stable. The design results show that the beams use longitudinal reinforcement of 3D10 at the top and 2D10 at the bottom, with transverse reinforcement of D8-40; in the mid-span region, both top and bottom reinforcement consist of 2D10 with transverse reinforcement of D8-50. The columns are reinforced with 4D13 longitudinal bars and D8-90 transverse reinforcement. This reinforcement configuration satisfies the strength and ductility requirements; therefore, the 45 m<sup>2</sup> residential house structure is deemed feasible and safe for application in Bantul Regency.*

**Keyword :** Earthquake-Resistant Residential House, SAP2000 v22, SNI 2847:2019, SNI 1726:2019

## 1. Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan tingkat aktivitas seismik tertinggi di dunia karena terletak pada pertemuan tiga lempeng tektonik utama, yaitu Indo-Australia, Eurasia, dan Pasifik. Menurut data Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika, rata-rata terjadi lebih dari 5.000 gempa bumi setiap tahun di wilayah Indonesia, dengan lebih dari 300 kejadian tergolong signifikan (Melly and Fhandy, 2025). Yogyakarta merupakan salah satu wilayah di Indonesia yang rentan terhadap bencana gempa bumi, letak geografisnya yang berada di pertemuan lempeng tektonik menjadikan daerah ini sering mengalami gempa. Gempa bumi adalah getaran asli dari dalam bumi, bersumber di dalam bumi yang kemudian merambat ke permukaan bumi akibat rekahan bumi pecah dan bergeser dengan keras (Arief Mustofa Nur, 2010). Penyebab gempa bumi dapat berupa dinamika bumi (tektonik), aktivitas gunungapi, akibat meteor jatuh, longsor (di bawah muka air laut), ledakan bom nuklir dibawah permukaan. Gempa bumi tektonik merupakan gempa bumi yang paling umum terjadi merupakan getaran yang dihasilkan dari peristiwa pematahan batuan akibat benturan dua lempeng secara perlahan-lahan itu yang akumulasi energi benturan tersebut melampaui kekuatan batuan, maka batuan di bawah permukaan (Cahyo *et al.*, 2023). Kondisi tersebut menuntut penerapan konsep perencanaan struktur bangunan tahan gempa yang sesuai dengan standar nasional, seperti SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung serta SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.

Tahun 2006 telah terjadi gempa bumi besar yang melanda Yogyakarta dan sebagian wilayah Jawa Tengah. Gempa yang berpusat di Kabupaten Bantul ini menyebabkan ribuan orang meninggal dunia. Kabupaten Bantul menderita paling parah dengan jumlah korban meninggal sebanyak 4.121 orang (dari total 5.716 korban tewas). Bangunan yang mengalami kerusakan atau kerugian paling banyak adalah pada sektor rumah tinggal, yaitu sebesar Rp 15.296 Miliar dari total Rp 29.149 Miliar. Khusus di Kabupaten Bantul, rumah tinggal yang runtuh dan rusak berat sejumlah 79.889 buah (Irfansyah *et al.*, 2025). Hal ini menunjukkan fakta bahwa Kabupaten Bantul adalah daerah yang sangat rawan terhadap ancaman bencana gempa bumi dan banyak rumah tinggal yang tidak tahan terhadap guncangan gempa, untuk mengantisipasi kerugian akibat kerusakan pada rumah tinggal dan juga mengantisipasi banyaknya korban jiwa jika terjadi gempa, maka perlu dirancangnya struktur bangunan tahan gempa di Kabupaten Bantul. Konstruksi bangunan tahan gempa adalah bangunan yang bisa merespon gempa, dengan sikap bertahan dari keruntuhan dan bersifat fleksibel untuk meredam getaran gempa, bangunan tahan gempa merupakan bangunan yang dirancang dan diperhitungkan secara analisis, baik kombinasi beban, penggunaan material, dan penempatan massa strukturnya (Yonas Prima Arga Rumbyarso, 2022). Bangunan tahan gempa bukan bangunan yang tidak boleh rusak sama sekali pada saat terjadi gempa, ketika terjadi gempa ringan bangunan tidak boleh mengalami kerusakan, baik pada komponen non struktural maupun pada komponen strukturalnya. Bila terjadi gempa sedang, bangunan boleh mengalami kerusakan pada komponen non strukturalnya, akan tetapi komponen strukturalnya tidak boleh mengalami kerusakan. Bila terjadi gempa besar, bangunan boleh mengalami kerusakan pada komponen non struktural maupun komponen strukturalnya, akan tetapi penghuni bangunan dapat menyelamatkan diri.

Desain kapasitas dan kinerja sebuah struktur sangat dipengaruhi oleh resiko seismik, terdapat klasifikasi menjadi tiga tingkatan yaitu kategori rendah untuk klaster A hingga F, selain itu perencanaan sebuah bangunan juga direncanakan berdasarkan kategori resiko dari I hingga IV. Sistem Rangka Pemikul Seismik beton bertulang juga diatur dalam SNI 1726:2019, sistem rangka pemikul momen merupakan sistem struktur yang menyusun rangka balok dan kolom dengan sambungan antara elemen yang mampu menahan momen lentur, gaya geser, dan gaya aksial akibat beban gravitasi maupun beban lateral seperti gempa. Sistem Rangka Pemikul Momen memiliki prinsip dasar pengembangan sendi plastis pada ujung - ujung balok dalam sambungan dengan kolom, ketika gaya gempa bekerja pada struktur sebagai gaya lateral, sambungan - sambungan tersebut akan mengalami rotasi plastis yang terkendali proses ini memungkinkan struktur untuk tetap berdiri meskipun mengalami deformasi (Alexandro, Simatupang and Hunggurami, 2025). Sistem struktural yang ditetapkan sebagai bagian dari sistem pemikul gaya seismik, termasuk diantaranya diafragma, sistem rangka pemikul momen, sistem dinding struktural, dan fondasi. Dalam SNI 2847-2019, komponen struktur yang tidak ditetapkan sebagai bagian dari sistem pemikul gaya seismik tetapi diperlukan untuk menahan beban lain saat komponen struktur tersebut mengalami deformasi akibat pengaruh gempa. P-Delta adalah efek non-linear orde dua yang terjadi pada setiap struktur bangunan yang mengalami goyangan dan beban aksial secara bersamaan. Efek ini terjadi pada interaksi yang menghubungkan pengaruh beban aksial yang diterima oleh kolom (P) dan perpindahan ( $\Delta$ ) yang disebabkan akibat goyangan pada struktur untuk mengetahui kekuatan struktur pada sebuah bangunan perlu dilakukannya analisis efek P-Delta (Syarif, Djauhari and Ridwan, 2020). Dalam menganalisis beban gempa menurut SNI 1726-2019 terdapat syarat pada analisis spektrum respons ragam, yaitu diizinkan untuk memasukan jumlah ragam yang minimum untuk mencapai massa ragam terkombinasi paling sedikit 90% dari massa actual dalam masing masing arah horizontal ortogonal dari respon yang di tinjau oleh model.

Bangunan tahan gempa bukan bangunan yang tidak boleh rusak sama sekali pada saat terjadi gempa, ketika terjadi gempa ringan bangunan tidak boleh mengalami kerusakan, baik pada komponen non struktural maupun pada komponen strukturalnya. Bila terjadi gempa sedang, bangunan boleh mengalami kerusakan pada komponen non strukturalnya, akan tetapi komponen strukturalnya tidak boleh mengalami kerusakan. Bila terjadi gempa besar, bangunan boleh mengalami kerusakan pada komponen non struktural maupun komponen strukturalnya, akan tetapi penghuni bangunan dapat menyelamatkan diri (Basyir *et al.*, 2022). Dalam suatu perencanaan struktur suatu bangunan, balok dan kolom merupakan elemen utama yang berfungsi menahan beban gravitasi serta gaya lateral akibat gempa bumi, daerah pertemuan struktur balok dan kolom merupakan daerah kritis pada struktur beton bertulang yang harus didesain mampu menahan gaya-gaya yang timbul pada saat terjadi gempa (Wardi and Ardiansyah, 2022). Kolom bekerja menyalurkan beban vertikal dari struktur atas ke pondasi, sedangkan balok menyalurkan beban dari lantai dan dinding menuju kolom (Azaliah and Sasongko, 2024). Kedua elemen tersebut yang menjadi bagian vital dalam menjaga stabilitas serta integritas struktur. Kegagalan salah satu komponen terutama pada struktur kolom dapat menyebabkan mekanisme keruntuhan total (*collapse mechanism*), oleh sebab itu desain balok dan kolom harus memenuhi persyaratan kekuatan dan daktilitas sebagaimana diatur dalam SNI 2847:2019 tentang Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung serta SNI 1726:2019 tentang Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung (Ariani, Aditya and Jamal, 2023). Salah satu aspek terpenting dalam desain beton bertulang adalah penentuan kebutuhan tulangan, tulangan baja berfungsi menahan gaya tarik dan meningkatkan daktilitas struktur sehingga elemen mampu menyerap energi gempa tanpa mengalami keruntuhan getas (Erianto *et al.*, 2023).

(Zebua, 2023) melakukan penelitian untuk menganalisis *displacement* pada struktur beton bertulang arah x dan arah y pada gedung rumah sakit, analisis *displacement* bertujuan untuk memahami respons struktur terhadap beban yang bekerja pada gedung rumah sakit, sehingga gedung dapat tetap berfungsi dan aman saat terjadi gempa atau situasi darurat lainnya. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan memperhatikan pembebanan dari SNI 1726:2019 untuk bangunan tahan gempa, yang kemudian dianalisis untuk mengetahui pergerakan atau

perpindahan struktur bangunan. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa nilai *displacement* arah x dan arah y menghasilkan respon perpindahan yang berbeda pada kedua arah tersebut, nilai *displacement* pada arah x sebesar 17 mm dan pada arah y sebesar 21 mm, berdasarkan perhitungan simpang antar tingkat, semua lantai dalam gedung Rumah Sakit memenuhi batas kriteria penerimaan yang diizinkan. Nilai simpangan antar lantai terbesar sebesar 22,00 mm tidak melebihi nilai ambang batas yang disyaratkan.

(Zurlva *et al.*, 2022) melakukan penelitian untuk membandingkan kekuatan struktur akibat pengaruh beban gempa dan tanpa beban gempa. Metode penelitian ini dilakukan dengan cara menganalisis dengan menggunakan program analisis struktur komersial dengan dua pendekatan yang berbeda. Hasil dari penelitian ini terdapat perbedaan yang signifikan antara kebutuhan tulangan pada kondisi tanpa beban gempa dan dengan adanya penambahan beban gempa, Berdasarkan perbandingan antara kebutuhan tulangan pada kondisi tanpa pengaruh beban gempa dan dengan adanya penambahan beban gempa, maka dapat dikatakan bahwa penambahan beban gempa dengan metode analisis dinamik *respons spektrum* ini sangat berpengaruh pada perencanaan struktur gedung.

(Ardiansyah Putra Siregar, 2025) Melakukan penelitian untuk menganalisis pengaruh parameter seismic dan geoteknik terhadap desain struktur bangunan gedung di kota medan, mengevaluasi kinerja struktur eksisting, serta memberikan rekomendasi optimalisasi desain berbasis kondisi local. Metode yang dilakukan pada penelitian ini dengan cara mengkaji peraturan SNI 1726:2019 serta penelitian – penelitian terdahulu mengenai optimasi desain bangunan di daerah rawan gempa, dalam penelitian ini menggunakan analisis pemodelan numerik menggunakan SAP2000 untuk memeriksa respon struktur terhadap beban gempa. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa bangunan gedung yang dianalisis memiliki konfigurasi portal dengan jumlah elemen rangka yang relative memadai, berdasarkan data geometri bangunan, sistem portal memiliki 14 batang rangka pada arah X, 4 batang pada arah Y, dan 4 rangka pada arah Z, dengan dimensi panjang 46,8 meter, lebar 16,8 meter, serta tinggi antar lantai sebesar 3 meter.

Meninjau dasar literatur yang tercantum diatas, maka penelitian ini akan melakukan analisis kekuatan terhadap struktur rumah tinggal sederhana tahan gempa tipe 45m<sup>2</sup> dengan cara menganalisis nilai simpangan antar lantai serta pengaruh P-Delta pada struktur bangunan, sampai pada jumlah tulangan yang diperlukan oleh struktur bangunan rumah tinggal tahan gempa tipe 45m<sup>2</sup>.

## **2. Metode Penelitian**

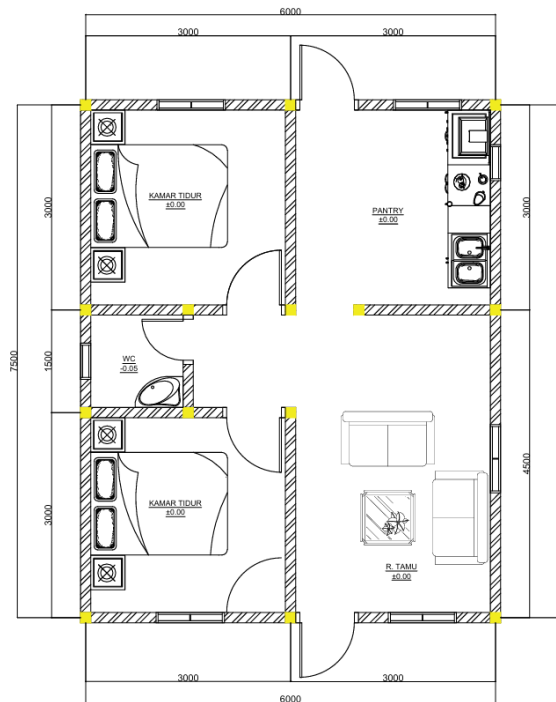
Metode Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif dengan pendekatan studi kasus, yaitu menganalisis kekuatan struktur rumah tinggal tahan gempa tipe 45 berdasarkan ketentuan SNI 2847:2019 dan SNI 1726:2019. Analisis dilakukan melalui perhitungan Teknik dan permodelan struktur untuk mengevaluasi kapasitas elemen struktur terhadap beban gempa.

### **2.1 Lokasi dan Objek Penelitian**

Penelitian ini dilaksanakan di Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, dengan objek penelitian bangunan rumah tinggal tipe 45m<sup>2</sup> yang direncanakan pada program Magang MBKM Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Bantul Tahun 2025. Bangunan ini menggunakan struktur beton bertulang dengan sistem rangka pemikul momen menengah.

### **2.2 Dimensi Struktur dan Mutu Bahan**

Pada perencanaan rumah tahan gempa tipe 45m<sup>2</sup> pada struktur beton direncanakan dimensi balok 20 cm x 20 cm, dimensi kolom 20 cm x 20 cm, dan dimensi sloof 20 cm x 15 cm. Struktur bangunan ini menggunakan mutu beton  $f_c'$  20,75 MPa, dan mutu baja tulangan  $f_y$  420 MPa. Sedangkan pada struktur rangka atap digunakan profil baja ringan C.75.75. (tebal 0,75) untuk kuda - kuda dan R40 (tebal 0,45) untuk reng, dan penutup atap berupa genteng tanah liat.



**Gambar 1.** Denah Rumah Tahan Gempa Tipe 45m<sup>2</sup>

### 2.3 Analisis pembebanan

Adapun pembebanan pada struktur bangunan rumah tahan gempa tipe 45m<sup>2</sup> ini berupa:

a. Beban Mati Sendiri (SD)

Beban mati tambahan (*super dead load*) digunakan pada sloof dan balok dalam model didistribusikan keseluruhan *frame* yang menahan beban mati bentuk merata (*uniform load*), adapun beban mati tambahan pada perencanaan ini berupa beban dinding yang di distribusikan pada sloof sebesar 850 kg/m, beban penutup atap yang didistribusikan pada reng sebesar 8,437 kg/m<sup>2</sup>, beban plafond dan elektrik yang didistribusikan pada kuda - kuda sebesar 35kg/m<sup>2</sup>.

b. Beban Hidup (LL)

Beban hidup (*live load*) pada sebuah konstruksi bangunan pada umumnya tersebar ke plat lantai dan sesuai spesifikasi bangunannya, karena pada analisis rumah ini merupakan rumah tinggal sederhana 1 lantai, maka dari itu beban hidup akan dibebankan kepada rangka atap. Adapun beban hidup pada perencanaan ini berupa beban orang dan beban hujan sebesar 120 kg/m<sup>2</sup>.

c. Kombinasi Pembebanan

Beban gempa dianggap terjadi bersamaan dalam dua arah yang ortogonal yaitu arah - X dan arah - Y kemudian dikombinasikan dengan beban gravitasi, adapun kombinasi pembebanan yang dipakai yaitu:

$$1,4 D + 1,4 SDL$$

$$1,2 D + 1,2 SDL + 1 \text{ Live} + 1 E_{sx} + 0,3 E_{sy}$$

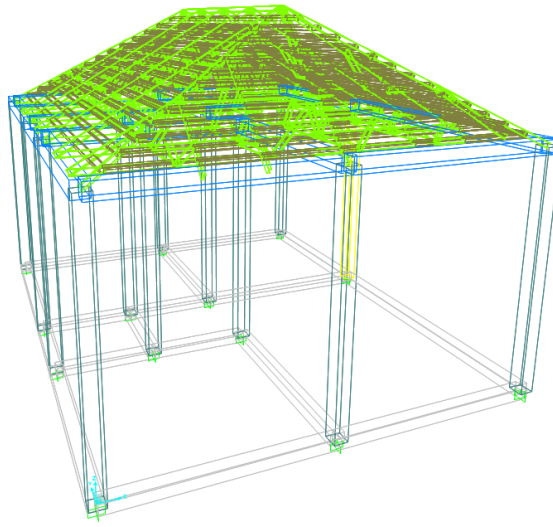
$$1,2 D + 1,2 SDL + 1 \text{ Live} - 1 E_{sx} + 0,3 E_{sy}$$

$$1,2 D + 1,2 SDL + 1 \text{ Live} + 0,3 E_{sx} + 1 E_{sy}$$

$$1,2 D + 1,2 SDL + 1 \text{ Live} + 0,3 E_{sx} - 1 E_{sy}$$

## 2.4 Permodelan Struktur

Permodelan struktur dalam penelitian ini dilakukan menggunakan perangkat lunak SAP2000 v22 sebagai alat bantu analisis numerik untuk memperoleh respons struktur akibat beban gravitasi dan beban gempa. SAP2000 v22 dipilih karena mampu memodelkan perilaku struktur rangka beton bertulang secara tiga dimensi serta menghasilkan output gaya dalam dan simpangan yang diperlukan dalam perencanaan struktur tahan gempa.



**Gambar 2.** Permodelan Struktur Menggunakan Software SAP2000

## 3. Hasil Penelitian

### 3.1 Analisis Spektrum Respons Ragam

Analisis repons ragam pada penelitian yang dihasilkan oleh software SAP2000 v22 dapat disimpulkan bahwa sudah sesuai dengan SNI 1726:2019 pasal 7.9.1.1 terkait pengecualian jumlah ragam yang minimum untuk mencapai massa ragam terkombinasi paling sedikit 90% dari massa aktual dalam masing – masing arah horisontal ortogonal dari respon yang ditinjau oleh model, adapun hasil analisis respon ragam dapat dilihat pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Respons Ragam

| Output Case | Periode  | Sum UX  | Sum UY  |
|-------------|----------|---------|---------|
| MODAL       | 0,338581 | 0,00004 | 0,87166 |
| MODAL       | 0,29558  | 0,99872 | 0,87183 |
| MODAL       | 0,260005 | 0,99925 | 0,97555 |
| MODAL       | 0,173836 | 0,99939 | 0,98413 |
| MODAL       | 0,145405 | 0,99940 | 0,98464 |
| MODAL       | 0,143537 | 0,99946 | 0,98611 |
| MODAL       | 0,126332 | 0,99958 | 0,98909 |
| MODAL       | 0,122883 | 0,99963 | 0,99123 |
| MODAL       | 0,114236 | 0,99964 | 0,99223 |
| MODAL       | 0,112568 | 0,99964 | 0,99632 |
| MODAL       | 0,106688 | 0,99964 | 0,99636 |

| Output Case | Periode  | Sum UX  | Sum UY  |
|-------------|----------|---------|---------|
| MODAL       | 0,104319 | 0,99964 | 0,99680 |

Sumber : Hasil analisis SAP2000 v22

### 3.2 Simpangan Antar Lantai dan Pengaruh P-Delta

Hasil analisis perhitungan simpangan antar lantai pada bangunan rumah tinggal tahan gempa pada penelitian ini sudah sesuai dengan persyaratan pada SNI 1726:2019 pasal 7.12.1 bahwasanya simpangan antar tingkat desain ( $\Delta$ ) seperti ditentukan dalam 0, atau 0, tidak boleh melebihi simpangan antar lantai izin (*drift limit*). Adapun hasil simpangan antar lantai dan pengaruh P-Delta dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Analisis Simpangan Antar Lantai

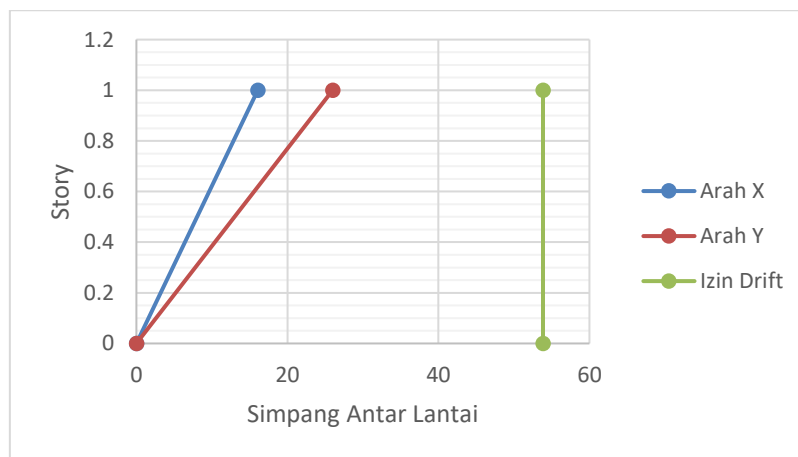
| Story | Displacement |              | Elastic Drift |              | h    | Inelastic Drift |            | Drift Limit | Cek |
|-------|--------------|--------------|---------------|--------------|------|-----------------|------------|-------------|-----|
|       | $\delta e_x$ | $\delta e_y$ | $\delta e_x$  | $\delta e_y$ |      | $\Delta_x$      | $\Delta_y$ |             |     |
|       | (mm)         | (mm)         | (mm)          | (mm)         |      | (mm)            | (mm)       | (mm)        |     |
| 1     | 2,66         | 5            | 2,66          | 5,00         | 3500 | 14,630          | 27,500     | 53,846      | OK  |
| 0     | 0            | 0            | 0             | 0            | 0    | 0,000           | 0,000      | 53,846      |     |

Sumber : Hasil analisis perhitungan

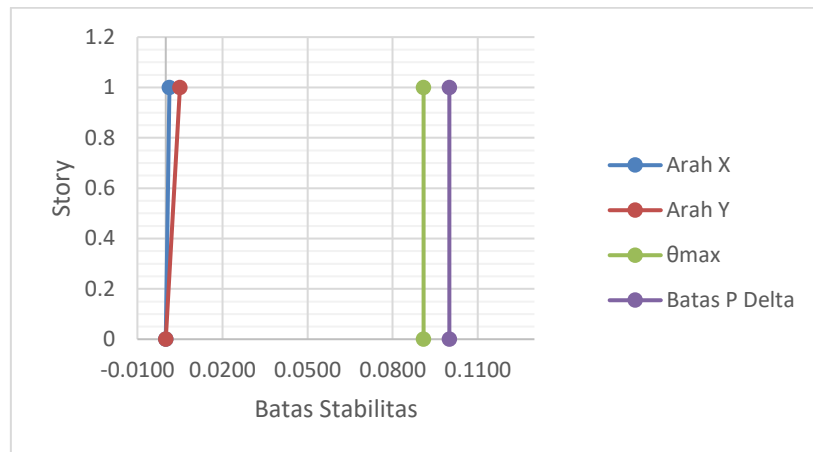
**Tabel 3.** Hasil Analisis Pengaruh P-Delta

| Story | Inelastic Drift |            | Story Forces |       |       | h    | Koefisien Stabilitas |            | Batas Pengaruh P-Delta | Batas Stabilitas Struktur $\theta_{max}$ | Cek |
|-------|-----------------|------------|--------------|-------|-------|------|----------------------|------------|------------------------|------------------------------------------|-----|
|       | $\Delta_x$      | $\Delta_y$ | P            | $V_x$ | $V_y$ |      | $\theta_X$           | $\theta_Y$ |                        |                                          |     |
|       | (mm)            | (mm)       | (kN)         | (kN)  | (kN)  |      |                      |            |                        |                                          |     |
| 1     | 14,630          | 27,500     | 2,032        | 1,186 | 1,095 | 3500 | 0,0013               | 0,0027     | 0,1                    | 0,0909                                   | OK  |
| 0     | 0               | 0          | 0            | 0     | 0     | 0    | 0,0000               | 0,0000     | 0,1                    | 0,0909                                   | OK  |

Sumber : Hasil analisis perhitungan



**Gambar 3.** Simpangan Arah – X dan Arah – Y



**Gambar 4.** P- Delta Arah – X dan Arah – Y

### 3.3 Hasil Gaya Dalam

Hasil analisis gaya dalam yang diambil adalah hasil gaya dalam terbesar dari struktur baik pada balok maupun kolom, hasil gaya dalam ini didapat dari SAP2000 v22. Adapun hasil analisis pada struktur elemen kolom dan balok dapat dilihat pada Tabel 4 dan Tabel 5.

**Tabel 4.** Hasil Gaya Dalam Balok

| Struktur | Mu + (KN/m) |          | Mu-(KN/m) |          | Vu (KN/m) |          | Tu    |
|----------|-------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|-------|
|          | Tumpuan     | Lapangan | Tumpuan   | Lapangan | Tumpuan   | Lapangan |       |
| Balok    | 2,091       | 4,594    | -9,122    | -7,454   | 12,406    | 12,395   | 0,848 |

Sumber : Hasil analisis SAP2000 v22

**Tabel 5.** Hasil Gaya Dalam Kolom

| Struktur | Pu (KN/m) | M2 (KN/m) | M3 (Kn/m) | V2 (Kn/m) |
|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| Kolom    | 24,935    | 6,457     | 4,212     | 2,280     |

Sumber : Hasil analisis SAP2000 v22

### 3.4 Hasil Analisis Penulangan Balok dan Kolom

Hasil analisis penulangan pada balok dan kolom dihitung berdasarkan persyaratan SNI 2847:2019, adapun hasil penulangan dapat dilihat pada Tabel 5 dan Tabel 6.

**Tabel 5.** Hasil Penulangan Balok

| Struktur | Tumpuan |       | Lapangan |       | Sengkang  |          |
|----------|---------|-------|----------|-------|-----------|----------|
|          | Atas    | Bawah | Atas     | Bawah | Tumpuan   | Lapangan |
| Balok    | 3 D10   | 2 D10 | 2 D10    | 2 D10 | 2 D8 - 40 | 2 D8 -50 |

Sumber : Hasil analisis perhitungan

**Tabel 6.** Hasil Penulangan Kolom

| Struktur | Longitudinal | Transversal |
|----------|--------------|-------------|
| Kolom    | 4 D13        | 2 D8 - 90   |

Sumber : Hasil analisis perhitungan

## 4. Kesimpulan dan Saran

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan mengenai kekuatan struktur rumah tinggal tahan gempa tipe 45 m<sup>2</sup> pada kegiatan Magang MBKM Badan Penanggulangan Bencana Daerah (BPBD) Kabupaten Bantul Tahun 2025, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Hasil analisis respons spektrum menggunakan SAP2000 v22 menunjukkan bahwa jumlah ragam getar yang digunakan telah memenuhi ketentuan SNI 1726:2019, di mana massa ragam terkombinasi telah mencapai lebih dari 90% pada masing-masing arah horizontal. Hal ini menandakan bahwa model struktur telah mampu merepresentasikan perilaku dinamik bangunan secara memadai.
2. Nilai simpangan inelastik maksimum struktur terjadi dengan  $\Delta X$  sebesar 14,630 mm dan  $\Delta Y$  sebesar 27,500 mm pada tinggi lantai 3.500 mm, yang menunjukkan respons deformasi terbesar akibat beban gempa rencana terjadi pada lantai tersebut.
3. Nilai simpangan antar lantai tersebut masih berada di bawah *Drift Limit* yaitu 53,846, sehingga struktur dinyatakan memenuhi kriteria kinerja deformasi dan aman terhadap pengaruh beban gempa.
4. Hasil analisis menunjukkan bahwa struktur menerima gaya aksial sebesar 2,032 kN dengan gaya geser sebesar 1,186 kN pada arah X dan 1,095 kN pada arah Y, yang menandakan bahwa distribusi gaya lateral pada sistem rangka pemikul momen berlangsung merata.
5. Simpangan antar lantai dan pengaruh P-Delta yang terjadi pada struktur masih berada dalam batas yang diizinkan oleh SNI 1726:2019. Nilai koefisien stabilitas struktur ( $\theta$ ) pada arah X dan Y berada di bawah batas maksimum, sehingga efek P-Delta tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap kestabilan struktur rumah tinggal yang dianalisis.
6. Hasil pengaruh P-Delta diperoleh sebesar  $\theta X = 0,0013$  dan  $\theta Y = 0,0050$ , yang nilainya jauh lebih kecil dibandingkan batas maksimum yang diizinkan yaitu 0,0909.
7. Pada elemen kolom, gaya aksial maksimum sebesar 24,935 kN/m disertai momen lentur arah kuat sebesar 6,457 kN/m dan arah lemah sebesar 4,212 kN/m menunjukkan bahwa kolom berperan dominan dalam menahan beban vertikal dan gaya lateral akibat gempa, namun masih berada dalam kapasitas yang dapat ditahan oleh dimensi kolom yang direncanakan.
8. Berdasarkan hasil gaya dalam tersebut, penulangan balok dengan tulangan longitudinal konfigurasi 3D10 dan 2D10 serta tulangan transversal D8-40, pada daerah tumpuan konfigurasi tulangan longitudinal atas – bawah 2D10 dan tulangan transversal D8-50 pada daerah lapangan, Hal tersebut telah memenuhi persyaratan kekuatan dan detailing sesuai SNI 2847:2019.
9. Penulangan kolom dengan tulangan longitudinal 4D13 dan tulangan transversal D8-90 telah memenuhi persyaratan kekuatan dan daktilitas, sehingga elemen kolom mampu berperilaku daktil dan aman dalam menahan kombinasi beban gravitasi dan beban gempa.
10. Secara keseluruhan struktur rumah tinggal tahan gempa tipe 45 m<sup>2</sup> yang direncanakan dinyatakan memenuhi persyaratan kekuatan dan kinerja struktur berdasarkan SNI 1726:2019 dan SNI 2847:2019, sehingga layak diterapkan sebagai konsep rumah tinggal tahan gempa di wilayah rawan gempa seperti Kabupaten Bantul.

### 4.2 Saran

1. Perencanaan rumah tinggal sederhana di wilayah rawan gempa seperti Kabupaten Bantul sebaiknya selalu didasarkan pada analisis struktur yang mempertimbangkan beban gempa secara eksplisit, baik melalui analisis statik ekuivalen maupun analisis dinamik respon spektrum, agar kinerja struktur dapat dievaluasi secara lebih realistis.
2. Penggunaan perangkat lunak analisis struktur seperti SAP2000 perlu disertai dengan pemahaman yang baik terhadap asumsi pemodelan, pemilihan sistem struktur, serta interpretasi hasil gaya dalam dan simpangan agar hasil analisis tidak hanya bersifat numerik tetapi juga sesuai dengan ketentuan peraturan yang berlaku.
3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa simpangan antar lantai dan pengaruh P-Delta masih berada dalam batas yang diizinkan, analisis nonlinier lanjutan seperti pushover analysis dapat dipertimbangkan pada penelitian selanjutnya untuk memperoleh gambaran kinerja struktur pasca-elastis.

4. Penelitian lanjutan disarankan untuk membandingkan beberapa variasi dimensi elemen struktur, mutu material, dan sistem struktur agar diperoleh desain rumah tinggal tahan gempa yang lebih efisien dan ekonomis.
5. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan acuan awal bagi instansi terkait dan praktisi dalam merencanakan rumah tinggal sederhana tahan gempa yang aman, terjangkau, dan sesuai dengan standar nasional.

### Daftar Pustaka

- Alexandro, F., Simatupang, P. and Hunggurami, E. (2025) "Komparasi Respons Struktur Srpkm, Srpmm Dan Srpmb Dengan Gempa Dinamik Menggunakan Sni Gempa 2019," *Jurnal Teknik Sipil*, 14(1), pp. 1–8.
- Ardiansyah Putra Siregar (2025) "Analisis dan Optimalisasi Desain Struktur Bangunan Gedung Tahan Gempa di Kawasan Rawan Gempa (Studi Kasus: Kota Medan)," *Momentum Jurnal Inovasi dan Rekayasa Teknik Sipil (MJIRTS)*, 1(2), pp. 66–73. Available at: <https://doi.org/10.64123/mjirts.v1.i2.4>.
- Ariani, I., Aditya, M.R. and Jamal, M. (2023) "Analisis Elemen Struktur Balok Dan Kolom Beton Bertulang (Studi Kasus Gedung Dealer Honda Astra Kota Samarinda)," *Teknologi Sipil : Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 7(1), p. 29. Available at: <https://doi.org/10.30872/ts.v7i1.11229>.
- Arief Mustofa Nur (2010) "GEMPA BUMI, TSUNAMI DAN MITIGASINYA," 7(1), pp. 0–6.
- Azaliah, T.A. and Sasongko, J. (2024) "Analisa Pola Keruntuhan Akibat Beban Siklik Maksimal pada Sambungan Balok Kolom Precast 1 Lantai terhadap Bangunan Tahan Gempa Menggunakan Software Abaqus 2017," *Composite: Journal of Civil Engineering*, 3(1), pp. 13–18. Available at: <https://doi.org/10.26905/cjce.v3i1.10945>.
- Basyir, M. et al. (2022) "Perancangan Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus (SRPMK) Ruko 4 Lantai Berdasarkan SNI 2847-2019 dan SNI 1726-2019," *REKONSTRUKSI TADULAKO: Civil Engineering Journal on Research and Development*, pp. 59–66. Available at: <https://doi.org/10.22487/renstra.v3i2.446>.
- Cahyo, F.D. et al. (2023) "Kesiapsiagaan Bencana Gempa Bumi dalam Keperawatan," *JPP) Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang*, 18(1), pp. 87–97.
- Erianto, L. et al. (2023) "Penggunaan Beton Bertulang Sebagai Pembentuk Konstruksi," *Prosiding Seminar Nasional Teknik Sipil dan Arsitektur (Senastesia)*, 1, pp. 1–6.
- Irfansyah, A.T. et al. (2025) "Analisis Tren dan Sebaran Gempa Bumi Susulan Tanggal 10 Juni 2006 Daerah Istimewa Yogyakarta Analysis of Trends and Distribution of Aftershock Earthquakes on June 10 , 2006 , Special Region of Yogyakarta," 3(2), pp. 7–11.
- Melly, A. and Fhandy, P. (2025) "Pemetaan Zona Rawan Gempa Berdasarkan Jejak Historis Gempa dan Kerusakan Infrastruktur," *INNOVATIVE: Journal Of Social Science Research*, 5, pp. 204–213.
- Syarif, H.A., Djauhari, Z. and Ridwan (2020) "Pengaruh P-Delta Pada Struktur Sistem Flat Slab-Drop," *Seminar Nasional Riset Teknologi Terapan* [Preprint].
- Wardi, S. and Ardiansyah, S.Y. (2022) "Perbandingan Ketentuan dan Analisis Detailing Hubungan Balok-Kolom Berdasarkan SNI 2847:2013 dan SNI 2847:2019," *Borneo Engineering : Jurnal Teknik Sipil*, 1(2), pp. 159–170. Available at: <https://doi.org/10.35334/be.v1i2.2430>.
- Yonas Prima Arga Rumbyarso, 2GaliPribadi (2022) "Pondasi 1," *YonasPrimaArgaRumbyarsoGaliPribadi*, 01(<http://www.kridacendekia.com/index.php/jkc/issue/view/9>), pp. 6–10.
- Zebua, D. (2023) "Analisis Displacement Struktur Beton Bertulang Pada Gedung Rumah Sakit," *Jurnal Penelitian Jalan dan Jembatan*, 3(1). Available at: <https://doi.org/10.59900/ptrkjj.v3i1.133>.
- Zurlva, I. et al. (2022) "Evaluasi Kekuatan Struktur Gedung Bertingkat Akibat Pengaruh Beban Gempa Menggunakan Analisis Dinamik Respon Spektrum," *Jrsdd*, 10(4), pp. 575–590. Available at: [www.aging-us.com](http://www.aging-us.com).