

ANALISIS DISPLACEMENT STRUKTUR BETON BERTULANG PADA GEDUNG RUMAH SAKIT

Dermawan Zebua¹⁾

¹⁾ Dosen Teknologi Rekayasa Kontruksi Jalan dan Jembatan, Politeknik Seruyan, Indonesia
Email: dermawan@poltes.ac.id

Abstrak

Penerapan konsep bangunan tahan gempa sangat penting, terutama di daerah yang sering mengalami gempa bumi dengan kekuatan signifikan, seperti Indonesia. Hal ini membutuhkan desain struktur bangunan yang memastikan keselamatan penghuni saat terjadi gempa tertentu. Oleh karena itu, penting bagi bangunan di daerah rawan gempa untuk mematuhi standar nasional yang berlaku. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis displacement pada struktur beton bertulang dalam arah x dan y pada Gedung Rumah Sakit. Displacement mengacu pada perpindahan atau pergeseran relatif titik-titik dalam struktur akibat beban yang diterima. 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. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai displacement arah x dan y menghasilkan respons perpindahan yang berbeda pada kedua arah tersebut. Nilai displacement tertinggi tercatat sebesar 17,00 mm pada arah x dan 21,00 mm pada arah y. Berdasarkan perhitungan simpangan 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. Gedung Rumah Sakit telah dirancang dengan mempertimbangkan pengendalian simpangan antar lantai sesuai dengan persyaratan standar yang berlaku. Pengendalian simpangan antar lantai yang baik berkontribusi pada kenyamanan, keselamatan penghuni, dan kelangsungan.

Kata kunci: gempa, Displacement, Struktur beton bertulang, drift, rumah sakit

Abstract

The application of earthquake-resistant building concepts is crucial, especially in areas prone to significant seismic activity like Indonesia. This necessitates the design of building structures that ensure the safety of occupants during specific earthquake events. Therefore, it is important for buildings in earthquake-prone regions to comply with applicable national standards. This research aims to analyze the displacement of reinforced concrete structures in the x and y directions in a Hospital Building. Displacement refers to the relative movement or shifting of points within a structure due to applied loads. The analysis of displacement aims to understand the structural response to the loads acting on the Hospital Building, ensuring its functionality and safety during earthquakes or other emergency situations. The research findings indicate that the values of displacement in the x and y directions yield different displacement responses. The highest recorded displacement values are 17.00 mm in the x direction and 21.00 mm in the y direction. Based on the inter-story drift calculations, all floors in the Hospital Building meet the allowable acceptance criteria. The maximum inter-story drift value of 22.00 mm does not exceed the specified threshold. The Hospital Building has been designed with consideration for controlling inter-story drift in accordance with the applicable standards. Effective control of inter-story drift contributes to occupant comfort, safety, and the sustainability of the building

Keywords: earthquake, displacement, reinforced concrete structure, drift, hospital.

1. PENDAHULUAN

Pentingnya menerapkan konsep bangunan tahan gempa tidak dapat disangkal, terutama bagi bangunan yang berada di daerah dengan intensitas gempa yang signifikan, seperti Indonesia yang sering mengalami gempa dengan kekuatan yang tinggi. Menurut SNI 1726-2019, bangunan tahan gempa harus dirancang untuk menghadapi gaya guncangan dengan gelombang 500, 1000, dan 2500. Hal ini memerlukan desain struktur bangunan yang memastikan keselamatan penghuni ketika terjadi gempa dengan kekuatan tertentu. Oleh karena itu, sangat penting bagi bangunan yang berada di daerah rawan gempa untuk mematuhi standar nasional yang berlaku (Zebua et al., 2020).

Perencanaan struktur bangunan yang tahan gempa sangat penting guna melindungi penghuni dari potensi kerusakan dan meminimalkan korban jiwa akibat gempa bumi yang sering terjadi. Dalam hal ini, struktur bangunan yang tahan gempa harus memiliki kekuatan, kekakuan, dan stabilitas yang memadai guna mencegah keruntuhan (Budiono & Supriatna, 2016). Tujuan utama dari perencanaan ini adalah untuk menjamin keselamatan penghuni dalam menghadapi gempa besar dan melindungi integritas struktur bangunan agar dapat bertahan dalam kondisi gempa yang signifikan.

Menurut (Ulza, 2021), Performance Based Seismic design (PBSD) merupakan konsep desain yang bertujuan untuk memprediksi kinerja bangunan saat terjadi gempa. Dalam konsep ini, struktur diperbolehkan mengalami kerusakan bertahap sebelum mencapai kegagalan struktural, sehingga dapat diketahui korelasi antara kinerja struktur dan kerusakan yang terjadi. Pendekatan ini memungkinkan pengidentifikasian pola kerusakan keseluruhan struktur sebelum terjadi kegagalan structural.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis displacement pada struktur beton bertulang dalam arah x dan y pada Gedung Rumah Sakit. Displacement merupakan perpindahan atau pergeseran relatif dari titik-titik dalam struktur akibat beban yang diterima. Dalam konteks penelitian ini, displacement arah x mengacu pada perpindahan horizontal arah x, dan arah y pada struktur beton bertulang.

Melalui analisis displacement, penelitian ini bertujuan untuk memahami respons struktur terhadap beban yang bekerja pada Gedung Rumah Sakit. Dalam situasi gempa bumi atau kejadian darurat lainnya, Gedung Rumah Sakit harus mampu bertahan dan menjaga keamanan serta kinerja strukturnya. Oleh karena itu, pemahaman yang mendalam tentang displacement pada struktur beton bertulang menjadi sangat penting.

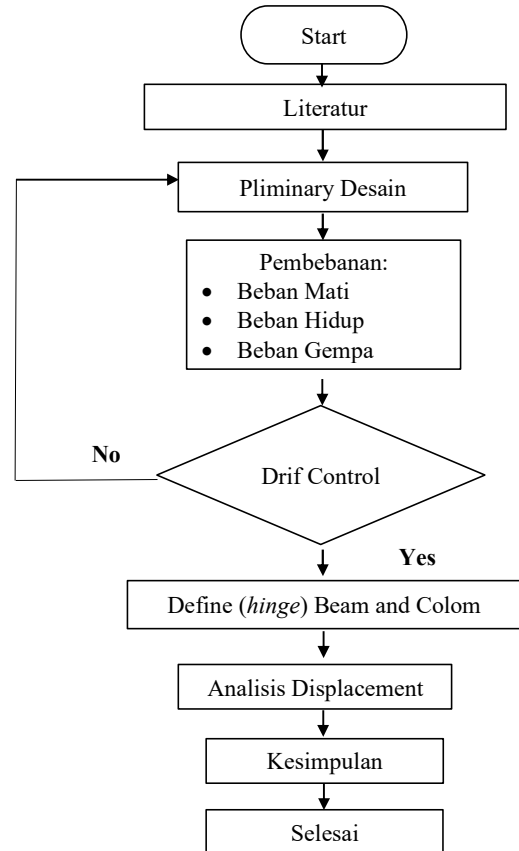
2. METODE PENELITIAN

Penelitian ini mengikuti metodologi yang diilustrasikan dalam diagram alir yang terdapat pada Gambar 1. Langkah-langkah yang akan dilakukan meliputi analisis displacement pada Gedung Rumah Sakit X, yang terdiri dari 3 lantai, dengan memperhatikan persyaratan standar SNI 1726-2019 untuk bangunan tahan gempa. Fokus penelitian ini adalah memahami pergerakan atau perpindahan struktur bangunan yang disebut sebagai displacement.

Beberapa jenis beban akan diperhitungkan dalam penelitian ini, seperti beban mati (beban struktural tetap), beban mati tambahan (beban non-struktural seperti peralatan dan furnitur), beban hidup (beban dari aktivitas penghuni atau pengguna gedung), dan beban gempa (dianalisis secara linear statik). Beban gempa yang digunakan adalah beban gempa statik ekuivalen sesuai dengan persyaratan SNI 1726-2019 dan SNI 1727-2020 yang mempengaruhi struktur bangunan.

Dengan menggunakan metode yang telah dijelaskan di atas, penelitian ini akan menganalisis displacement pada Gedung Rumah Sakit X. Analisis ini bertujuan untuk memahami perpindahan atau pergerakan struktur bangunan saat menghadapi beban-beban yang telah disebutkan. Hal ini sangat penting dalam memastikan bahwa struktur

bangunan mampu menahan beban dan menjaga kinerjanya dengan aman selama gempa.



Gambar 1. Alur Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Data Struktur yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Kuat tekan beton (F_c): 21 MPa
- Kuat tarik baja tulangan (F_y): 400 MPa

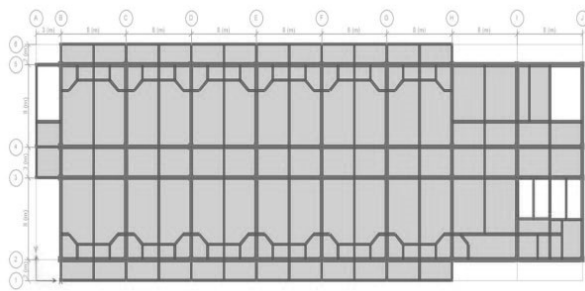
Untuk elemen balok, ukuran yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Balok utama: 40 cm x 70 cm
- Balok penampang menengah: 25 cm x 40 cm
- Balok penampang kecil: 30 cm x 50 cm
- Balok rangka atap: 20 cm x 40 cm

Untuk elemen kolom, ukuran yang digunakan adalah sebagai berikut:

- Kolom utama: 50 cm x 50 cm
- Kolom penampang besar: 60 cm x 60 cm

Dalam struktur ini juga terdapat dinding geser (shearwall) dengan ketebalan 25 cm. Struktur bangunan ini memiliki tipe SRPMK (Struktur Rangka Pemikul Momen Khusus) yang dirancang untuk memberikan ketahanan terhadap gempa. Fungsi bangunan yang akan dibangun adalah Rumah Sakit. Data struktur tersebut akan digunakan dalam analisis displacement pada Gedung Rumah Sakit X dalam rangka penelitian ini.



Gambar 2. Tampak atas Gedung Penelitian

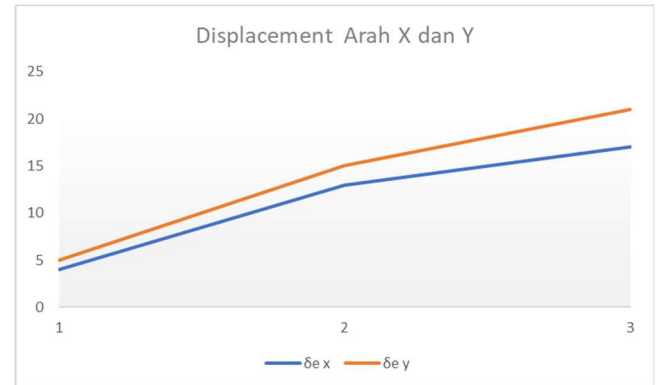
Displacement

Setelah dilakukan analisis didapat nilai displacement yang dimuat di tabel 1. Berikut ini :

Tabel 1. Nilai displacement arah x dan y

Story	H (mm)	$\delta_e x$	$\delta_e y$
3	4500	17,00	21,00
2	5000	13,00	15,00
1	3500	4,00	5,00

Dari hasil nilai displacement arah x dan arah y di ketahui bahwa kedua arah memberikan respon perpindahan yang berbeda pada kedua arah. Nilai perpindahan tertinggi pada arah x 17,00 mm dan arah y 21,00 mm.



Gambar 3. Displacement arah X dan Y

Analisis Drift

Dalam perencanaan bangunan tahan gempa, pengendalian kinerja batas struktur pada gedung yang dianalisis melibatkan pengendalian simpangan antar lantai dalam kedua arah (Drift Control), yaitu arah x dan y. Untuk melakukan pengendalian simpangan antar lantai, SNI 1729:2019 memberikan rumus yang digunakan dalam perhitungan.

Rumus tersebut mengacu pada persyaratan yang ditetapkan dalam standar SNI 1729:2019. Dalam perhitungan tersebut, deviasi simpangan antar lantai akan dihitung dan dibandingkan dengan nilai batas yang ditentukan. Tujuannya adalah untuk memastikan bahwa simpangan antar lantai pada gedung tetap berada dalam

batas yang dapat diterima sesuai dengan persyaratan standar yang berlaku.

Dengan menggunakan rumus yang telah ditetapkan, penelitian ini akan menghitung deviasi simpangan antar lantai dalam kedua arah, yaitu arah x dan y, pada Gedung Rumah Sakit X. Hal ini penting untuk memastikan bahwa gedung memenuhi persyaratan pengendalian simpangan antar lantai yang ditetapkan dalam perencanaan bangunan tahan gempa.

$$\delta_s = \frac{C_d \times \delta}{I} \quad (1)$$

Description:

- δ = Perpindahan pada lantai i
- C_d = Faktor perbesaran difleksi
- I = Faktor keutamaan gempa
- $\Delta_a = 0,010 h_x$

Tabel 2. perhitungan simpangan antar tingkat

No	h (m)	Displacement		Elastic Drift		Elastic Drift		Drift Limit	Cek
		$\delta_e x$	$\delta_e y$	$\delta_e x$	$\delta_e y$	Δ_x	Δ_y		
3	4,5	17,00	21,00	4,00	6,00	14,67	22,00	34,62	Ok
2	5	13,00	15,00	9,00	10,00	33,00	36,67	38,46	Ok
1	3,5	4,00	5,00	4,00	5,00	14,67	18,33	26,92	Ok

Berdasarkan hasil perhitungan simpangan antar tingkat yang tercantum dalam tabel di atas, dengan mengacu pada peraturan dalam SNI 1726:2019, dapat disimpulkan bahwa semua lantai dalam Gedung Rumah X memenuhi batas kriteria penerimaan yang diizinkan. Nilai simpangan antar lantai terbesar yang tercatat

sebesar 22,00 mm tidak melebihi nilai ambang batas yang disyaratkan, yaitu $a = 34,64$ mm.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan diskusi, didapat nilai displacement arah x dan arah y di ketahui bahwa kedua arah memberikan respon perpindahan yang berbeda pada kedua arah. Nilai perpindahan tertinggi pada arah x 17,00 mm dan arah y 21,00 mm. Dan berdasarkan hasil perhitungan simpangan antar tingkat yang tercantum dalam tabel di atas, dengan mengacu pada peraturan dalam SNI 1726:2019, dapat disimpulkan bahwa semua lantai dalam Gedung Rumah X memenuhi batas kriteria penerimaan yang diizinkan. Nilai simpangan antar lantai terbesar yang tercatat sebesar 22,00 mm tidak melebihi nilai ambang batas yang disyaratkan, yaitu $a = 34,64$ mm.

Hal ini menunjukkan bahwa gedung telah dirancang dengan mempertimbangkan pengendalian simpangan antar lantai sesuai dengan persyaratan standar yang berlaku. Dalam perencanaan bangunan tahan gempa, penting untuk memastikan bahwa simpangan antar lantai tetap berada dalam batas yang dapat diterima, sehingga kinerja struktur gedung dapat terjaga dengan baik.

Dengan memenuhi kriteria penerimaan yang ditetapkan, dapat disimpulkan bahwa Gedung Rumah Sakit X memiliki tingkat

keandalan dan keamanan yang memadai dalam menghadapi gempa. Pengendalian simpangan antar lantai yang baik akan berkontribusi pada kenyamanan dan keselamatan penghuni serta kelangsungan fungsi bangunan tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- A Q Bhatti and H Varum (2012). Application of Performance Based Nonlinear Seismic Design and Simulation Static Pushover Analysis for Seismic Design of RC Buildings, Proceedings of the 15th World Conference on Earthquake Engineering (15WCEE)
- Budiono, B., dan Supriatna, L., (2016). Studi Komparasi Desain Bangunan Tahan Gempa, Penerbit ITB Press, Bandung.
- Computer and Structures, Inc. (2022). ETABS version 22 Manual. Computer and Structures, Inc., Berkeley, C.A.
- DB Karwar & R S Londhe (2014). Performance of RC Framed Structure by Using Pushover Analysis International Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering, 4(6), pp. 488–491.
- Fajfar, P., (2002). Structural analysis in earthquake engineering—a breakthrough of simplified non-linear method. In: 12th European Conference on Earthquake Engineering, Paper Ref: 843
- Martino, R., Spacone, E., Kingsley, G. (2000) Nonlinear pushover analysis of RC structures. Adv. Technol. Struct. Eng., 1–8 (2000). doi:10.1061/40492(2000)38
- Poluraju, P., Rao, N. (2011). Pushover analysis of reinforced concrete frame structure using SAP 2000. In: International Journal of Earth Science and Engineering ISSN 0974-5904, Volume 04, No 06 SPL, pp. 684-690 (9)
- PUSKIM (2021). Desain Spektra Indonesia. <https://rsa.ciptakarya.pu.go.id/2021/>
- Standar Nasional Indonesia 1726 (2019). Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Nongedung. In Badan Standarisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 1727 (2020). Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain. In Badan Standardisasi Nasional.
- Standar Nasional Indonesia 2847 (2019). Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan. In Badan Standarisasi Nasional.
- Ulza, A. (2021). Teori dan Praktik Evaluasi Struktur Beton Bertulang Berbasis Kinerja. Yogyakarta: Deepublish.
- Zebua, D., Wibowo, L. S. B., Cahyono, M. S. D., & Ray, N. (2020). Evaluasi Simpangan Pada Bangunan Bertingkat Beton Bertulang berdasarkan Analisis Pushover dengan Metode ATC-40. Ge-STRAM: Jurnal Perencanaan Dan Rekayasa Sipil, 3(2), 53–57. <https://doi.org/10.25139/jprs.v3i2.2475>