

# Perbandingan Gaya Geser Dasar Struktur Gedung *Fix Base* dengan *Base Isolation Tipe High Damping Rubber Bearing*

(Studi kasus Modifikasi Gedung H Rumah Sakit Rujukan Regional Cut Nyak Dhien Meulaboh)

**Andrisman Satria<sup>1\*</sup>, Rahmat Djamaluddin<sup>2</sup>, Syafri Yosep Kurniawan<sup>3</sup>**

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Sipil, Universitas Teuku Umar, Meulaboh

e-mail: : <sup>1\*</sup>andrismansatria@utu.ac.id

## **Abstract**

Aceh merupakan salah satu provinsi di Indonesia dengan intensitas kegempaan yang cukup tinggi sehingga kewaspadaan terkait kerusakan yang terjadi akan lebih besar baik ancaman jatuhnya korban jiwa serta kerusakan terhadap bangunan. Salah satu metode untuk mengurangi energi gempa yaitu dengan menambahkan seismic device pada bagman tertentu bangunan sesuai dengan fungsinya masing-masing. Salah satu sistem seismic device yang digunakan adalah menggunakan sistem isolasi dengan konsep memisahkan antara struktur bangunan bawah dengan bangunan struktur atas yaitu antara pondasi dengan kolom sehingga jika terjadi gempa, gaya yang diterima pondasi tidak langsung di terima oleh struktur kolom namun di redam oleh base isolation ini. Hasil analisis digunakan untuk mendesain gedung pada yang terletak di zona gempa kuat untuk daerah Aceh Barat dengan metode respons spektrum menggunakan software Etabs. Berdasarkan hasil perhitungan analisa struktur, gedung yang ditinjau menggunakan High Damping Rubber Bearing mengalami reduksi gaya geser pada struktur sebesar 16,44%.

**Keywords:** *Seismik, base isolation, Respons spektrum, HDRB, Software Etabs*

## 1. PENDAHULUAN

Gempa bumi merupakan salah satu bencana alam yang sering kali terjadi di Indonesia karena negara ini berada pada jalur lingkaran api Pasifik. Gempa bumi dapat menimbulkan kerugian yang besar terhadap kehidupan dan properti manusia. Oleh karena itu, perencanaan dan perancangan gedung yang tahan gempa sangat penting untuk dilakukan. Hal ini bertujuan untuk memastikan keselamatan penghuni gedung dan melindungi properti.

Teknologi base isolation adalah salah satu cara untuk meningkatkan ketahanan bangunan terhadap gempa bumi. Base isolation bertujuan untuk meredam getaran yang dihasilkan oleh gempa bumi dan menjaga stabilitas bangunan agar tetap utuh. Salah satu jenis base isolation yang banyak digunakan di Indonesia adalah tipe high damping rubber bearing. Tipe ini terdiri dari bantalan karet khusus yang memiliki kemampuan untuk meredam getaran yang dihasilkan oleh gempa bumi. Teknologi isolasi dasar dapat meningkatkan kinerja seismik struktur. Contento 2009 menemukan bahwa isolasi dasar meningkatkan perilaku tubuh kaku non-simetris yang tunduk pada eksitasi impulsif dan seismik [1]. Andrade 2009 menyarankan bahwa isolasi dasar dapat digunakan untuk meminimalkan drift antar lantai dan percepatan lantai pada bangunan yang isi rumah yang tak tergantikan atau lebih berharga daripada struktur primer yang sebenarnya [2]. Shahabi 2020 melakukan tinjauan evolusi historis terhadap teknik isolasi dan mengkategorikannya berdasarkan mekanismenya [3]. Morgan 2007 menyoroti pentingnya memilih properti sistem isolasi untuk mencapai kinerja optimal pada berbagai tingkat seismik dan metrik kinerja [4]. Secara keseluruhan, makalah menunjukkan bahwa teknologi isolasi dasar dapat memberikan perlindungan seismik untuk struktur dan isinya.

High damping rubber bearing adalah bantalan karet khusus yang memiliki kemampuan untuk meredam getaran yang dihasilkan oleh gempa bumi. Bantalan ini memiliki ciri khas yaitu kemampuan untuk mengurangi gaya lateral yang dihasilkan oleh gempa bumi dan menyerap energi gempa yang cukup besar. Sehingga gedung yang menggunakan teknologi ini dapat lebih tahan gempa dan aman bagi penghuninya. Makalah menunjukkan bahwa bantalan karet redaman tinggi memiliki beberapa manfaat untuk isolasi seismik struktur. Fuller 1997 menjelaskan bahwa bantalan karet redaman tinggi dapat mengisolasi struktur dari gerakan tanah gempa horizontal [5], dan Gu 2021 menemukan bahwa bantalan karet redaman tinggi memiliki efek isolasi vertikal yang lebih baik dan perlindungan lingkungan yang lebih disukai daripada jenis bantalan lainnya [6]. Chen 2022 meninjau kemajuan terbaru dalam penelitian dan pengembangan bahan karet redaman tinggi berkinerja tinggi, yang diperlukan untuk memastikan keamanan isolasi seismik struktur teknik [7]. Akhirnya, Burtscher 1998 membahas aspek mekanis karet redaman tinggi, termasuk elastisitasnya yang tinggi, redaman tinggi, dan perpanjangan besar pada kegagalan, yang membuatnya menjadi bahan yang cocok untuk bantalan elastomer untuk isolasi seismik. Secara keseluruhan, makalah menunjukkan bahwa bantalan karet redaman tinggi memiliki manfaat seperti peningkatan isolasi dari aktivitas seismik dan perlindungan lingkungan yang lebih baik, dan bahwa penelitian terhadap bahan karet redaman tinggi berkinerja tinggi diperlukan untuk meningkatkan efektivitasnya [8].

Evaluasi desain seismic pada gedung dengan base isolation tipe high damping rubber bearing memiliki tujuan mengetahui besar gaya geser yang terjadi.

## 2. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam kajian evaluasi desain seismic pada gedung dengan base isolation tipe high damping rubber bearing melalui simulasi numerik adalah sebagai berikut:

### Tahap Pertama: Pembuatan Model Struktur Gedung

Pada tahap ini, model struktur gedung dibuat dengan menggunakan software simulasi numerik ETABS versi 16.1. Model ini harus merepresentasikan kondisi geometri dan material struktur gedung yang akan dievaluasi. Tahap ini meliputi pemodelan elemen struktur, pemilihan material, dan penempatan beban.

### Tahap Kedua: Implementasi Sistem Base Isolation

Pada tahap ini, sistem base isolation tipe high damping rubber bearing diimplementasikan pada model struktur gedung. Tahap ini meliputi penempatan sistem base isolation pada model struktur, penentuan parameter elastisitas dan damping pada sistem base isolation, serta penyesuaian beban struktur dengan adanya sistem base isolation.

### Tahap Ketiga: Analisis Dinamik Respon Spectrum

Pada tahap ini, model struktur gedung dengan sistem base isolation diuji dengan menggunakan analisis dinamik non-linear. Analisis ini meliputi simulasi terhadap gempa bumi dengan memperhatikan jenis gempa bumi, level kekuatan gempa bumi, dan arah gempa bumi.

Analisis ini juga memperhitungkan efek dari interaksi antara struktur gedung dan sistem base isolation.

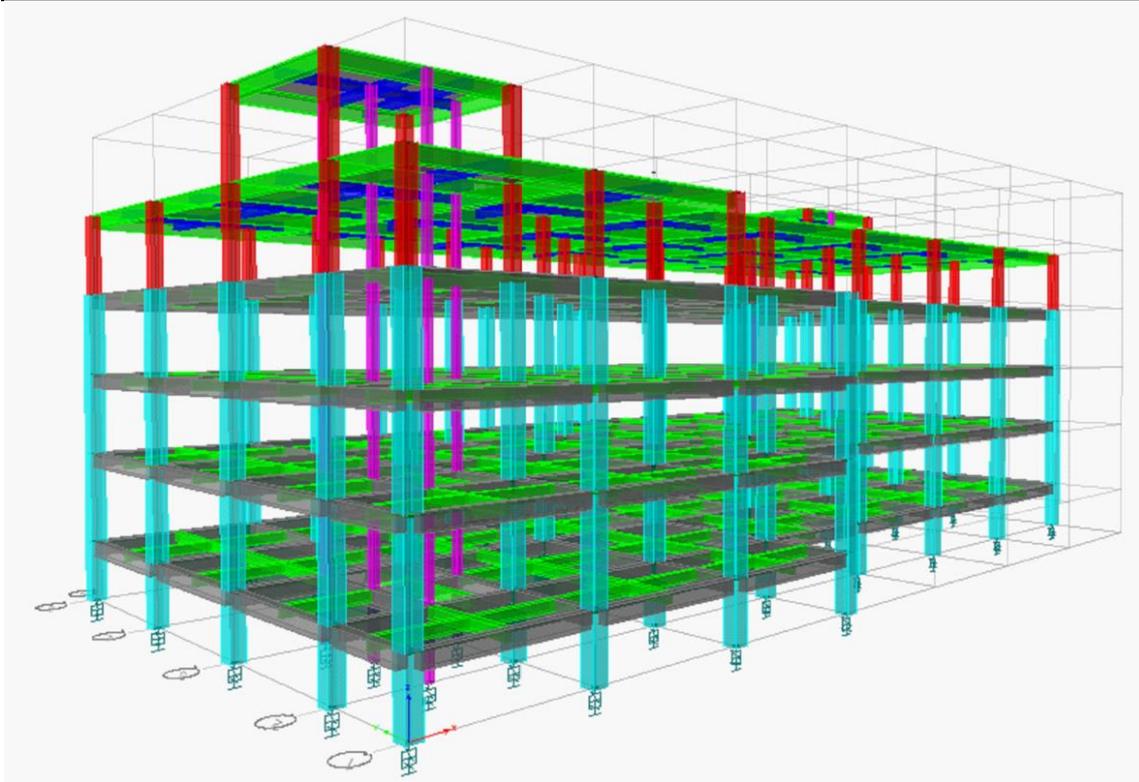
#### Tahap Keempat: Evaluasi Performa Struktur Gedung

Pada tahap ini, performa struktur gedung dievaluasi berdasarkan hasil analisis dinamik Respon Spektrum yang dilakukan pada tahap sebelumnya. Evaluasi ini meliputi perhitungan gaya geser dasar dan Simpangan antar lantai pada struktur gedung dan sistem base isolation.

Data bangunan yang digunakan terlampir pada tabel 1. Dibawah ini:

| No | Data               | Keterangan      |
|----|--------------------|-----------------|
| 1  | Fungsi Bangunan    | Rumah Sakit     |
| 2  | Lokasi             | Aceh Barat      |
| 3  | Tinggi Bangunan    | 23,5 m          |
| 4  | Tinggi Pedestal    | 3 m             |
| 5  | Tinggi Lantai 1    | 4,5 m           |
| 6  | Tinggi lantai 2-4  | 4 m             |
| 7  | Tinggi lantai atap | 4 m             |
| 8  | Jumlah lantai      | 4 lantai        |
| 9  | Lebar Bangunan     | 29 m            |
| 10 | Panjang Bangunan   | 56 m            |
| 11 | Sistem Struktur    | SRPMK           |
| 12 | Jenis Tanah        | Keras           |
| 13 | Material           | Beton Bertulang |
| 14 | Mutu beton         | 25 MPa          |
| 15 | Mutu Baja          | 420 MPa         |

Gambar pemodelan struktur yang digunakan terlampir pada Gambar 1. Dibawah ini:



### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan pembahasan dari kajian evaluasi desain seismic pada gedung dengan base isolation tipe high damping rubber bearing melalui simulasi numerik dapat dijelaskan sebagai berikut:

#### 3.1 Hasil

Hasil dari analisis dinamik respon spektrum menunjukkan bahwa sistem base isolation tipe high damping rubber bearing efektif dalam mengurangi perpindahan dan percepatan maksimum yang terjadi pada struktur gedung saat terkena gempa bumi. Dalam kasus uji simulasi yang dilakukan, struktur gedung dengan sistem fix base memiliki gaya geser dasar 17108,08 KN. Sedangkan base isolation memiliki gaya geser 14692,59 KN. Berikut dibawah ini terlampir hasil output gaya geser dasar pada gambar 3.1

| No | Struktur       | W (KN)   | Cs    | V Base Shear (KN) |
|----|----------------|----------|-------|-------------------|
| 1  | Fix Base       | 88844.09 | 0.165 | 17108.08          |
| 2  | Base Isolation | 88844.09 | 0.192 | 14692.59          |

#### 3.2 Pembahasan

Pembahasan dari hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem base isolation tipe high damping rubber bearing dapat menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan performa struktur gedung

dalam menghadapi gempa bumi. Sistem ini mampu mengurangi gaya yang diterima oleh struktur gedung sehingga mengurangi kerusakan yang terjadi pada struktur dan meminimalkan risiko terjadinya korban jiwa akibat gempa bumi.

Gedung yang ditinjau menggunakan HDRB mengalami reduksi terhadap gaya geser pada struktur sebesar 16,44%. Namun, gaya geser yang direncanakan untuk perhitungan perencanaan masih lebih besar dari struktur base isolation terhadap struktur fixed base sebesar 14,12%. Sesuai dengan SNI 1726-2019 pasal 12.5.4.3 mengatakan bahwa, nilai VS tidak boleh diambil lebih kecil dari struktur terjepit di dasar, maka nilai VS base isolation memenuhi syarat tersebut.

Namun demikian, penggunaan sistem base isolation juga memperkenalkan tantangan baru dalam desain struktur gedung. Beberapa faktor seperti ketersediaan material, biaya, dan keterbatasan ruang dapat mempengaruhi penggunaan sistem base isolation pada suatu proyek konstruksi gedung. Oleh karena itu, perlu dilakukan penilaian secara cermat untuk menentukan kelayakan penggunaan sistem base isolation pada setiap proyek konstruksi gedung.

Selain itu, hasil dari kajian ini juga menunjukkan bahwa simulasi numerik dapat menjadi metode yang efektif dalam mengevaluasi performa struktur gedung dengan sistem base isolation. Dengan menggunakan metode ini, peneliti dapat mengidentifikasi potensi kelemahan dari desain struktur gedung dan sistem base isolation dan melakukan perbaikan yang diperlukan sebelum membangun gedung tersebut. Simulasi numerik juga dapat membantu dalam mengoptimalkan desain struktur gedung dan sistem base isolation untuk mencapai performa yang lebih baik dalam menghadapi gempa bumi.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan kajian evaluasi desain seismic pada gedung dengan base isolation tipe high damping rubber bearing melalui simulasi numerik, dapat disimpulkan bahwa sistem base isolation tipe high damping rubber bearing dapat menjadi solusi yang efektif dalam meningkatkan performa struktur gedung dalam menghadapi gempa bumi. Namun, penggunaan sistem ini memperkenalkan tantangan baru dalam desain struktur gedung yang perlu diperhatikan secara cermat. Selain itu, simulasi numerik dapat menjadi metode yang efektif dalam mengevaluasi performa struktur gedung dengan sistem base isolation dan membantu dalam mengoptimalkan desain struktur gedung dan sistem base isolation untuk mencapai performa yang lebih baik dalam menghadapi gempa bumi.

#### 5. SARAN

Saran yang dapat diberikan berdasarkan hasil kajian ini adalah bahwa penggunaan base isolation tipe high damping rubber bearing dapat menjadi salah satu solusi yang efektif dalam meningkatkan ketahanan struktur gedung terhadap gempa bumi. Namun, sebelum mengimplementasikan sistem isolasi ini pada suatu gedung, diperlukan analisis yang lebih detail dan akurat, termasuk pemilihan jenis dan ukuran isolator yang tepat, sehingga dapat memastikan bahwa sistem isolasi tersebut dapat bekerja dengan optimal dan memberikan perlindungan yang memadai terhadap gempa bumi.

#### DAFTAR PUSTAKA

- 
- [1] A. Contento and A. Di Egidio, "Investigations into the benefits of base isolation for non-symmetric rigid blocks," *Earthq. Eng. & Struct. Dyn.*, vol. 38, no. 7, pp. 849–866, 2009, doi: 10.1002/eqe.870.
  - [2] Luis Andrade and J. Tuxworth, "Seismic Protection of Structures with Modern Base Isolation Technologies." .
  - [3] A. Shahabi, G. Z. Ahari, and M. Barghian, "Base Isolation Systems – A State of the Art Review According to Their Mechanism," *J. Rehabil. Civ. Eng.*, vol. 8, pp. 37–61, 2020.
  - [4] T. Morgan, "The use of innovative base isolation systems to achieve complex seismic performance objectives." .
  - [5] K. N. G. Fuller, J. Gough, T. J. Pond, and H. R. Ahmadi, "High damping natural rubber seismic isolators," *J. Struct. Control*, vol. 4, no. 2, pp. 19–40, 1997, doi: 10.1002/stc.4300040202.
  - [6] Z. Gu, Y. Lei, W. Qian, Z. Xiang, F. Hao, and Y. Wang, "An Experimental Study on the Mechanical Properties of a High Damping Rubber Bearing with Low Shape Factor," *Appl. Sci.*, vol. 11, no. 21, p. 10059, Oct. 2021, doi: 10.3390/app112110059.
  - [7] B. Chen, J. Dai, T. Song, and Q. Guan, "Research and Development of High-Performance High-Damping Rubber Materials for High-Damping Rubber Isolation Bearings: A Review," *Polymers (Basel)*, vol. 14, no. 12, p. 2427, Jun. 2022, doi: 10.3390/polym14122427.
  - [8] S. Burtscher, A. Dorfmann, and K. Bergmeister, "MECHANICAL ASPECTS OF HIGH DAMPING RUBBER." .