

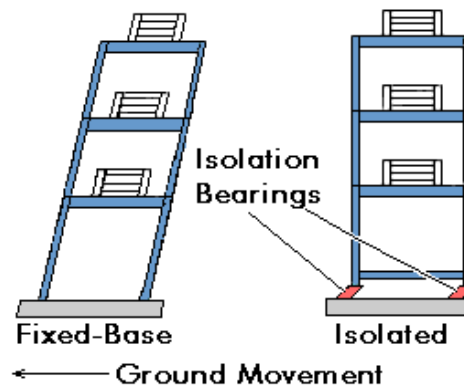
## BAB II

### LANDASAN TEORI DAN TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Prinsip Sistem *Base Isolation*

Sistem *base isolator* adalah suatu sistem yang dirancang dan bertujuan guna melindungi bangunan dari gaya-gaya horizontal yang dapat menyebabkan struktur rusak, seperti gaya gempa. Konsep *base isolator* ini adalah dengan memisahkan struktur bagian atas dan struktur bagian bawah bangunan agar tidak terkena pergerakan tanah akibat gempa. Diantara struktur bagian atas dan fondasi akan disisipkan *base isolator*. Sistem *base isolator* ini mempunyai nilai kekakuan yang tinggi terhadap arah vertikal namun memiliki nilai kekakuan yang rendah terhadap gaya horizontal. Dengan cara seperti ini, struktur mampu menahan gaya vertikal yaitu beban aksial dari bangunan serta mampu menahan gaya lateral akibat dari gerakan tanah yang disebabkan oleh gempa.

Perbedaan dari sistem *base isolator* ini adalah caranya dalam menahan gaya lateral. Struktur bagian bawah yang terisolasi akan bergerak searah dengan pergerakan tanah akibat dari gaya gempa sementara struktur bagian atas akan berperan sebagai *rigid body motion* yang akan bergerak mengikuti *base isolator*.



Gambar 2.1. Konsep Base Isolator

Sumber: Muliadi, Afifuddin dan Aulia. (2017). Jurnal Teknik Sipil *PORTAL Vol. 9 No. 1, April 2017*.

Diakses melalui <http://e-jurnal.pnl.ac.id>, 17 November 2020

Dengan cara seperti ini, struktur bagian atas secara langsung akan mengalami frekuensi yang lebih kecil dibandingkan dengan bangunan konvensional dan frekuensi pergerakan tanah. Bila frekuensi yang dialami struktur semakin mengecil maka akan menghasilkan waktu getar struktur yang lebih lama. Maka dengan begitu percepatan pada bangunan akan ikut berkurang juga. Percepatan pada struktur yang berkurang akan menjadikan gaya yang terjadi pada struktur tereduksi. Hal tersebut sesuai dengan Hukum Newton II yang berisi “percepatan pada sebuah benda akan sebanding dengan resultan gaya yang bekerja pada benda tersebut”. Maka pada saat percepatan pada struktur tersebut mengecil, gaya gempa yang bekerja pada struktur akan berkurang.

Ragam getar pertama yang terjadi dari struktur hanya akan melibatkan deformasi pada sistem isolasi, sedangkan struktur bagian atas akan berperilaku kaku. Selanjutnya ragam getar yang lebih tinggi akan

menghasilkan deformasi yang ortogonal terhadap ragam getar pertama dan gerakan dari tanah. Ragam getar yang lebih tinggi ini tidak ikut berpartisipasi dalam gerakan, maka energi tinggi yang terdapat di gerakan tanah dan frekuensi yang lebih tinggi ini tidak mengenai dan tidak ikut disalurkan kedalam struktur. *Based isolated system* ini tidak menyerap energi gempa namun membelokkannya dengan dinamika sistem (Naeim and Kelly,1999)

Sementara resonansi adalah peristiwa dimana bangunan ikut bergetar dikarenakan getaran kuat seperti gempa bumi. Bangunan bisa mengalami resonansi apabila frekuensi natural pada struktur sama dengan frekuensi dari getaran tanah atau gempa bumi (Nakamura,2000). Resonansi bisa membuat respon pada struktur menjadi lebih besar dan dapat berakibat kerusakan yang lebih besar pada bangunan.

## 2.2 Persyaratan Umum

Sesuai dengan ketentuan SNI 1726:2019, bahwa terdapat beberapa persyaratan dalam penerapan pada sistem base isolator terhadap bangunan.

- a. Faktor keutamaan gempa harus diambil 1.0, tidak membedakan kategori risiko gempa yang diterapkan.
- b. Konfigurasi struktur ditetapkan memiliki ketidakberaturan, apabila struktur memiliki ketidakberaturan vertikal tipe 1a,1b, 5a, dan 5b dan memiliki ketidakberaturan horizontal tipe 1b seperti yang dijelaskan di lampiran.

- c. Faktor redundansi harus diberikan pada struktur, kecuali untuk struktur yang tidak memiliki ketidakberaturan struktur, faktor redundansi diperbolehkan sama dengan 1,0.
- d. Dalam perencanaan harus mempertimbangkan kondisi lingkungan, pengaruh usia, rangkai, lelem suhu operasional, pengaruh kelembababn, beban angin, ketahanan kebakaran, gaya pemulih lateral.
- e. Jarak pemisahan minimum antara struktur dengan isolasi seismik dengan dinding penahan di sekeliling bangunan atau penghalang tetap lainnya tidak boleh kurang dari perpindahan maksimal total.

### **2.3 Jenis-jenis *base isolator***

*Base isolator* sendiri terdiri dari banyak jenis sesuai kebutuhan dan jenis struktur masing-masing, namun pada umumnya *base isolator* memiliki prinsip yang sama yaitu menerima energi yang terjadi akibat gempa dengan melakukan perpindahan lateral sehingga energi tersebut tidak akan merambat hingga struktur atas. Jika ditinjau dari bahan pembuatnya, *base isolator* dibagi menjadi dua macam, yaitu isolasi dasar yang menggunakan bahan karet sebagai isolator dan yang menggunakan material selain karet sebagai isolatornya. Namun pada penelitian ini akan digunakan *base isolator* berbahan dasar karet.

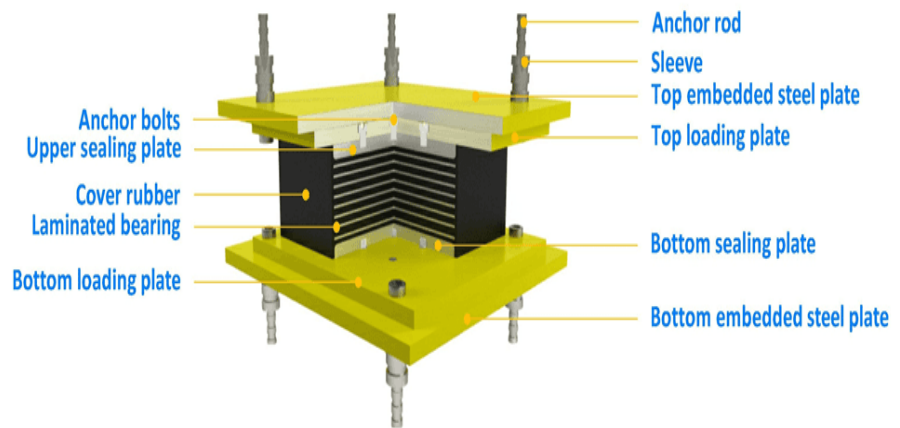
*Base isolator* ini terbuat dari lembaran-lembaran vulkanisan karet yang direkatkan pada plat-plat baja secara berselang-seling. Kegunaan dari

plat baja adalah untuk meningkatkan keakuan karet kearah vertikal agar karet tidak mengembang kesamping karena beban bangunan.

Alasan memilih kedua jenis isolator ini dikarenakan karet yang digunakan untuk bahan pembuatan *base isolator* ini adalah karet alam Hevea dimana Indonesia merupakan produsen terbesar kedua didunia untuk jenis karet ini. Karet ini terkenal mempunyai sifat elastis paling unggul dari semua jenis karet yang ada pada saat ini. Sifat ini sangat dibutuhkan karena untuk memberikan repon yang elastis kearah horizontal yang berarti dapat mengikuti pergerakan horisontal permukaan bumi ketika gempa terjadi dan diakiri dengan kembali ke kedudukan semula. Ada dua macam tipe isolator yang akan digunakan yaitu sebagai berikut.

### **2.3.1 High Damping Rubber Bearing (HDRB)**

*Base isolator* jenis ini menggunakan bantalan isolasi seismik berbahan karet yang dirancang secara khusus dengan kemampuan redaman yang tinggi, kemudian diapit oleh lapisan pelat baja guna untuk perkuatan. Saat *base isolator* ini terkena gaya lateral gempa, bantalan karet redaman tinggi akan mengalami perpindahan lateral melalui deformasi geser karet.



Gambar 2.2. Ilustrasi *High Damping Rubber Bearing*

Sumber: Hengshui JingTong Rubber Co., Ltd.

Diakses melalui <https://www.bearing-pad.com/bearingpad/high-damping-rubber-bearing.html>



Gambar 2.3. *High Damping Rubber Bearing*

Sumber: Hengshui JingTong Rubber Co., Ltd.

Diakses melalui <https://www.bearing-pad.com/bearingpad/high-damping-rubber-bearing.html>

### 2.3.2 *Lead Rubber Bearing (LRB)*



Gambar 2.4. Ilustrasi *Lead Rubber Bearing*  
Sumber: Hengshui JingTong Rubber Co., Ltd  
Diakses melalui <https://www.bearingpad.com/bearingpad/high-damping-rubber-bearing.html>

Ciri khas utama yang menjadi pembeda antara *base isolator* jenis *high damping rubber bearing* dengan *base isolator* jenis *lead rubber bearing* adalah komponen utama *lead rubber bearing* merupakan bantalan karet berlapis dan berinti timbal. Pada bagian pusat *lead rubber bearing* ada timah yang menjadi tulang utama dari *base isolator* ini dalam menahan beban bangunan, gaya lateral dan juga menyerap energi melalui deformasi plastis dari redaman histeresis. Redaman histeresis disini adalah sebuah sistem yang mendisipasi energi melalui deformasi material, sementara deformasi material adalah deformasi *lead rubber bearing* setelah terkena gaya gempa.



Gambar 2.5. *Lead Rubber Bearing*  
Sumber: Hengshui JingTong Rubber Co., Ltd  
Diakses melalui <https://www.bearingpad.com/bearingpad/high-damping-rubber-bearing.html>

#### 2.4 Manfaat Sistem *Base Isolation*

Banyak manfaat yang dapat didapat dari penggunaan *base isolation* pada gedung. Beberapa manfaat yang didapat antara lain seperti yang dijelaskan berikut ini.

1. Mampu menahan beban bangunan dan meneruskan defleksi horisontal relatif terhadap tanah.
2. Memiliki kemampuan pemulihan untuk mengembalikan bangunan yang terkena gempa pada posisi semula relatif terhadap tanah.
3. Memiliki kemampuan meredam guna mengurangi akselerasi defleksi horisontal relatif terhadap tanah, sehingga dapat mencegah kerusakan struktur maupun keruntuhan akibat terjadinya gempa.
4. Penggunaannya sangat fleksibel dikarenakan dapat digunakan pada bangunan yang baru maupun bangunan lama.



5. *Base isolator* ini dapat digunakan sampai umur 60-100 tahun, bahkan lebih lama dari umur bangunan itu sendiri (BPPP,1997).
6. Jika bangunan terkena gempa, biaya yang digunakan untuk perbaikan struktur setelah gempa akan lebih kecil dibanding bangunan konvensional (Kelly,1997).

## 2.5 Penelitian Terdahulu

Penelitian-penelitian terdahul yang berkaitan dengan sistem *base isolation* ini dapat dilihat sebagai berikut

### 1. Penelitian Paldi dan Hakim (2000)

Topik yang diambil adlah “Performasi Bantalan Karet sebagai Salah Saty Jenis Redaman Pasif untuk Gedung Tahan Gempa” dengan menggunakan *base isolator* tipe *lead rubber bearing* sebagai benda penelitian. Pada penelitian yang dilakukan tersebut menunjukkan bahwa *base isolator* dapat mengurangi simpangan dengan membandingkan perilaku struktur *fixed base* dengan struktur dengan *isolated base*. Oleh seab itu penulis mencoba membandingkan *base isolator* jenis *lead rubber bearing* dengan jenis isolator lain yang bernama *high damping rubber bearing*.

### 2. Penelitian Prasetyo dan Arminta (2000)

Topik bahasan adalah “Respon Seismik Struktur Beton Bertingkat Banyak akibat Beban Gempa”. Penelitian ini mencoba

meninjau pengaruh kandungan frekuensi terhadap respon struktur dan didapatkan hasil bahwa apabila frekuensi gempa mendekati frekuensi struktur maka akan cenderung terjadi resonansi. Beban gempa yang dipakai berupa getaran-getaran gempa dalam bentuk akseleorogram.

### **3. Penelitian Catherine (2020)**

Penelitian ini berjudul “Ananlisis Efektivitas *Base Isolator* Tipe *Lead Rubber Bearing* pada Bangunan Bertingkat Sedang dengan Analisis Dinamik Riwayat Waktu Nonlinier”. Penelitian ini meninjau keefektivitasan *base isolator* tipe *lead rubber bearing* dilihat dari gaya geser, perpindahan lateral, momen, periode, dan frekuensi yang terjadi setelah dikenai gaya gempa dalam bentuk *time history* pada struktur bertingkat sedang.

### **4. Penelitian Muliadi, Afifudin, dan Budi (2017)**

Ketiga peeliti diatas mengambil topik “Analisis Simpangan Antar Lantai pada Bangunan Menggunakan *Base Isolator* di Wilayah Gempa”. Penelitian ini meninjau penggunaan *base isolator* tipe *slider isolation* dan menganalisis simpangan antar lantai yang terjadi pada bangunan di wiliayah yang rawan terhdap gempa. Di dapat hasil bahwa dengan menggunakan *base isolator* memiliki nilai simpangan antar lantai mendekati nol.

### **5. Penelitian Muliadi, Afifuddin, Budi (2014)**

Peneliti membahas penggunaan *base isolator* sebagai pereduksi beban gempa, dengan meninjau besar perioda alami strukur dan

membandingkan dengan bangunan tanpa *base isolator*. Penelitian ini berjudul “Analisis Respon Bangunan Menggunakan *Base Isolator* Sebagai Pereduksi Beban Gempa di Wilayah Gempa Kuat”. Penelitian ini menggunakan *base isolator* jenis *slider isolator*.

