

## EFEK PENGGUNAAN *BASE ISOLATOR* TERHADAP PERIODE NATURAL BANGUNAN GEDUNG BERTINGKAT YANG TEREKSITASI OLEH GEMPA

Rahmi Oktavia Cahyani<sup>1</sup>, Anсадilla Niar Sitanggang<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Teknik Sipil, Teknik, Universitas 17 Agustus 1945 Jakarta, Jl. Sunter Permai Raya, Sunter, Jakarta Utara

\*rahmiokta88@gmail.com

### Abstract

A strong earthquake is an earthquake that emits very strong energy with a strength of more than 5 on the Richter scale that causes buildings to vibrate for some time. The natural period of the building is the length of time the building vibrates when the earthquake occurs until the earthquake stops which results in the risk of damage and even collapse of the building. One of the buildings that experienced the collapse was due to having a small natural period of the building so that the building was unable to withstand the vibrations caused by the earthquake to the maximum. To minimize the risk of collapse in buildings during an earthquake, one of them is planning an earthquake-resistant building by using a base isolator in order to increase the period of the structure so that it is able to soak up vibrations and slow down the movement of buildings that are excited by the earthquake. The purpose of this study was to determine the natural period of the building and the effect of using a base isolator when an earthquake occurred. The method used in this study is to plan buildings without base isolators and buildings with base isolators and analyze using the SAP2000 v.14 auxiliary program. The results of this study showed that the natural period of the building with Base Isolator in 3D increased 1.59 times for the X direction and 1.63 times for the Y direction. And the effect was a decrease in the displacement of the structure for the period by 66%, 46%, and 41% based on the three earthquake records.

Keywords : Base isolator, Natural Period of Building

### Abstrak

Gempa kuat merupakan gempa yang mengeluarkan energi yang sangat kuat dengan kekuatan lebih dari 5 skala richter yang menyebabkan bangunan bergetar dalam beberapa waktu. Periode natural bangunan merupakan lama waktu bergetarnya bangunan pada saat terjadinya gempa berlangsung hingga gempa berhenti yang mengakibatkan resiko kerusakan bahkan keruntuhan pada bangunan. Bangunan yang mengalami keruntuhan salah satunya dikarenakan memiliki periode natural bangunan yang kecil sehingga bangunan tidak mampu menahan getaran akibat gempa secara maksimal. Untuk meminimalisir resiko keruntuhan pada gedung saat terjadinya gempa salah satunya merencanakan gedung tahan gempa dengan menggunakan *base isolator* guna untuk memperbesar periode struktur sehingga mampu merendam getaran serta memperlambat gerakan gedung yang tereksitasi oleh gempa. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui besar periode Natural bangunan dan efek penggunaan *base isolator* pada saat gempa terjadi. Metode yang digunakan penelitian ini yaitu merencanakan bangunan gedung tanpa *base isolator* dan bangunan gedung dengan *base isolator* dan menganalisis menggunakan program bantu SAP2000 v.14. Hasil penelitian ini didapatkan periode Natural bangunan dengan *Base Isolator* dalam bentuk 3D meningkat 1.59 kali untuk arah X dan 1.63 kali untuk arah Y. Dan efeknya terjadi penurunan pada perpindahan struktur terhadap periode sebesar 66%, 46%, dan 41% berdasarkan ketiga rekaman gempa.

Kata kunci : Base isolator, Periode Natural Bangunan

### 1. Pendahuluan

Untuk meminimalisir resiko keruntuhan pada gedung bertingkat saat terjadinya gempa dapat dicegah salah satunya dengan merencanakan gedung tahan gempa yaitu menggunakan teknologi peredam getaran gempa berupa *base isolator* pada bangunan gedung bertingkat. Dimana dengan *base isolator* ini dapat memperpanjang periode struktur sehingga mampu merendam getaran serta memperlambat gerakan gedung bertingkat yang tereksitasi oleh gempa hal ini diartikan bahwa periode bangunan pada gedung bertingkat sangatlah berperan penting saat gempa terjadi.

Dari analisis sebelumnya sudah dilakukan tinjauan pembahasan respon struktur dengan menggunakan *base isolator* guna mereduksi gempa di wilayah gempa kuat. Dan hasilnya, dapat diketahui bahwa penggunaan *base isolator* dapat memperbesar perioda alami baik dari struktur rangka pemikul momen khusus maupun dinding geser yang menggunakan *base isolator* dibandingkan dengan bangunan tanpa menggunakan *base isolator*. Hal ini membuat gaya gempa menjadi lebih kecil (Muliadi, 2014).

Dan adapula penelitian berikutnya yang berkaitan telah dilakukan dalam kajian analisis perioda pada bangunan dinding geser yang menggunakan *base isolator* pada bangunan sepuluh lantai dengan bentuk beraturan pada bangunan dinding geser. Dan hasilnya, dinding geser menggunakan *base isolator* akan memperbesar nilai perioda dibandingkan dengan dinding geser yang tidak menggunakan *base isolator*. Dari hasil tersebut dinyatakan bahwa gaya gempa yang bekerja menjadi lebih kecil (Adi, 2018).

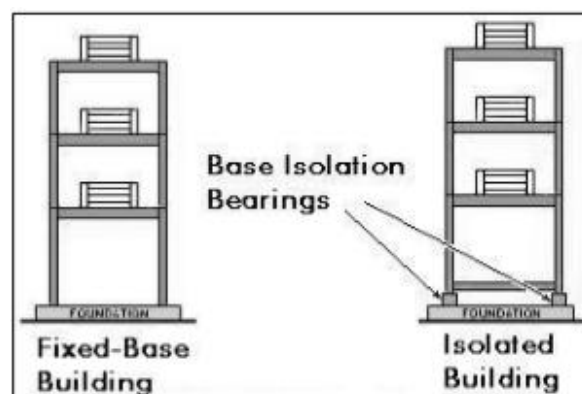
Maka dari itu peneliti tertarik untuk meneliti efek penggunaan *base isolator* terhadap periode gedung bertingkat yang tereksitasi oleh gempa dengan tujuan mengetahui hasil besar periode natural bangunan gedung bertingkat yang tereksitasi oleh gempa dengan menggunakan *base isolator* dan pengaruh penggunaan *base isolator* terhadap periode natural bangunan gedung bertingkat yang tereksitasi oleh gempa.

## 2. Tinjauan Pustaka

### 2.1 Base Isolator

Isolasi seismik atau *seismic isolation base* adalah suatu desain struktur bangunan yang dilakukan dengan memasang isolasi dasar tertentu pada dasar struktur dengan tujuan memperkecil respon struktur pada bangunan saat terjadi guncangan. *Base isolator* juga dapat dikatakan dan berfungsi sebagai elemen yang menjadi penengah struktur atas dan struktur bawah.

Menurut penelitian sebelumnya dikatakan bahwa prinsip sistem *base isolator* digunakan untuk memisahkan struktur bawah (pondasi) tidak masuk ke struktur atas bangunan. Gaya gempa yang bekerja pada bangunan yang berasal dari hasil perhitungan perkalian percepatan gempa dengan massa struktur, oleh karena itu untuk mencegah terjadinya gaya gempa, struktur bangunan dibuat tidak mengikuti percepatan gempa (Muliadi, ddk. 2018).



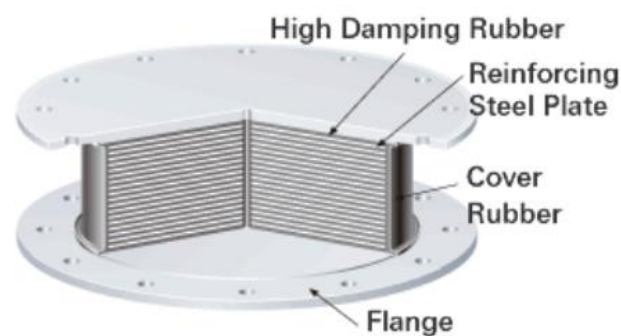
Gambar 2.1. Perletakkan Base Isolator  
Sumber : Muliadi, ddk. 2018

Dapat dilihat pada gambar 2.1. diatas, merupakan ilustrasi perbandingan antara bangunan atau struktur tanpa *base isolator* dengan bangunan menggunakan tumpuan *base isolator* yang diletakkan diantara struktur atas dan struktur bawah.

### 2.2 High Damping Rubber Bearing (HDRB)

Menurut Bambang dan andri (2014), *High damping rubber bearings* merupakan salah satu isolasi dasar jenis *Laminated rubber bearings* yang terbuat dari gabungan karet dengan nilai rasio redaman yang lebih besar. High-damping rubber bearing mempunyai nilai kekakuan awal yang besar sehingga mampu menopang gaya angin serta gempa yang ringan tanpa merubah bentuk secara signifikan. Dengan semakin besarnya getaran gempa maka perubahan lateral akan meningkat dan modulus geser yang berasal dari rubber akan mengecil sehingga menjadikan sistem isolasi dasar yang efektif (cukup elastis untuk memperpanjang waktu struktur saat gempa terjadi). Pada nilai regangan geser 250 hingga 300%, kekakuan horizontal akan meningkat kembali akibat pengaruh efek pengerasan.

Adapun menurut Samsya (2017), bahwa isolasi dasar jenis HDRB yang menggunakan penerapan kimia untuk membuat karakteristik isolasi dasar berbeda dari *Natural Rubber Bearing*. HDRB dapat menurunkan tingkat tegangan geser sampai 10% hingga 20%. Nilai modulus geser yang berubah-ubah terhadap regangan geser yang terjadi membuat *Hysteric loop* yang lebih sehingga menghasilkan nilai ekuivalen rasio redaman yang tinggi. Bantalan karet yang menggunakan karet redaman tinggi dimana bahan karet itu sendiri menunjukkan kemampuan pegas dan redaman. Umumnya, peredam terpisah tidak diperlukan. Sistem ini bagus untuk instalasi dengan batasan ruang. Karena kurva histeresisnya relatif halus, efek isolasi seismik juga dapat diharapkan untuk peralatan presisi dalam gedung, dan sebagainya. Daripada hanya untuk bangunan. *Base isolator* jenis ini juga dapat digunakan untuk beban kolom ringan.



Gambar 2.2. High Damping Rubber Bearing  
Sumber : Katalog Bridgestone, 2017

Dapat dilihat pada gambar 2.2. diatas, gambar tersebut merupakan ilustrasi jenis HDRB (*High Damping Rubber Bearing*) yang menunjukkan komponen-komponen yang ada dibagian *base isolator* jenis HDRB seperti *flange* yang diletakkan bagian atas dan bawah karet senyawa. *cover rubber* merupakan penutup karet yang berada ditengah yang fungsinya meredam getaran. Dan *reinforcing steel plate* merupakan pelat baja tulangan untuk menguatkan *base isolator*.

### 2.3. Bangunan di Indonesia yang telah menerapkan *Base Isolator*

Berikut referensi bangunan gedung yang telah menerapkan *base isolator* sebagai peredam gempa yang digunakan untuk mencegah kerusakan dan keruntuhan pada struktur, berikut beberapa bangunan struktur yang menggunakan *base isolator* di Indonesia :

1. Bangunan Pabrik Bridgestone di daerah Bekasi dan Kerawang, Jawa Barat. Yang dimana perletakannya terletak di atas kolom *basement* pertama yang berfungsi sebagai tempat parkir.
2. Bangunan Gedung Grand Keisha, Padang. Dengan menggunakan HDRB tipe MVBR-0468 (X.O4R), dengan dimensi 600, 700, dan 800 yang diletakkan di *basement* gedung.
3. Bangunan Gedung J-Tos, Yogyakarta. Dengan menggunakan HDRB tipe HH90x6R, HH75x6R, HH80x6R, HH65x6R, yang diletakkan diantara struktur bawah dan struktur atas.

### 3. Metode Penelitian

#### 3.1 Alur Penelitian

Proses dalam penyelesaian penelitian ini yaitu dengan pengumpulan data seperti studi literatur, peraturan-peraturan yang akan digunakan sebagai pedoman, dan buku penunjang lainnya untuk melengkapi penelitian ini. Selanjutnya, dilakukan perencanaan gedung yang dimana merencanakan dimensi balok, pelat, dan kolom yang akan di gunakan dalam penelitian ini. Setelah perencanaan telah dilakukan maka langkah selanjutnya ialah pemodelan gedung dengan menggunakan program bantu SAP2000 v.14 sehingga menjadi struktur gedung dengan dimensi elemen yang sudah direncanakan. Setelah itu, direncanakan *base isolator* yang sesuai dan cocok untuk struktur gedung pada penelitian ini. Dan apabila sudah cocok maka dilakukan pemodelan gedung dengan *base isolator* yang sudah ditentukan. Lalu setelah membuat pemodelan gedung dengan menggunakan *base isolator* langkah selanjutnya adalah dilakukan analisis periode natural gedung dengan *base isolator* dengan menggunakan SAP2000 v.14.

#### 3.2 Data Perencanaan Gedung

Bangunan struktur yang akan direncanakan yaitu berfungsi sebagai gedung perkantoran 20 lantai dengan bentuk tipikal dan beraturan. Luas bangunan yang direncanakan yaitu dengan lebar bangunan 36 m dan panjang bangunan 48 m. Lokasi yang direncanakan yaitu terletak didaerah Lombok. Struktur utama yang digunakan pada perencanaan ini yaitu struktur beton bertulang.

#### 3.3 Dimensi Struktur

Berdasarkan hasil perhitungan dengan menggunakan peraturan SNI 2847:2013, maka digunakan dimensi Balok, Pelat, dan Kolom yang akan dimasukkan kedalam pemodelan struktur. Berikut tabel rekapitulasi dimensi elemen balok yang digunakan.

Tabel 3.1 Rekapitulasi Dimensi Balok

Tipe Balok	L (mm)	H <sub>min</sub>	H <sub>pakai</sub>	b <sub>min</sub>	b <sub>pakai</sub>	Dimensi (mm)
(BI)	6000	364.3	450	300	300	300/450
(BA)	6000	277.6	300	200	200	200/300

Sumber : Hasil Perhitungan Sendiri

Dari tabel 3.1. diatas, bahwa digunakan Balok Induk ((BI) dengan dimensi 300x450 mm. Dan juga direncanakan menggunakan Balok Anak (BA) dengan dimensi 200x300 mm. dengan panjang masing-masing balok yang direncanakan yaitu sepanjang 6 m atau 6000 mm. Berikut hasil rekapitulasi dimensi tebal pelat yang akan digunakan dalam pemodelan.

Tabel 3.2 Rekapitulasi Dimensi Pelat

Jenis Pelat	H <sub>min</sub> (mm)	H <sub>pakai</sub> (mm)	Tipe Pelat
Lantai 1-20	130	130	2 arah
Atap	120	120	2 arah

Sumber : Hasil Perhitungan Sendiri

Dapat dilihat pada tabel 3.2. diatas, bahwa dari hasil perhitungan maka digunakan tebal pelat lantai dari lantai 1 hingga 20 digunakan setebal 130 mm atau 13 cm. Dan untuk tebal pelat atap digunakan setebal 120 mm atau 12 cm dengan masing-masing pelat menggunakan tipe pelat dua arah. Dan berikut hasil rekapitulasi dimensi kolom yang digunakan dalam pemodelan.

Tabel 3.3 Rekapitulasi Dimensi Kolom

Tipe	B <sub>Min</sub>	B <sub>Pakai</sub>	Dimensi (mm)	Keterangan
------	------------------	--------------------	--------------	------------

K1	42.69	45	450/450	Lt 15 - Atap
K2	51.69	55	550/550	Lt. 8 - 14
K3	52.04	70	700/700	Lt. 1 - 7

Sumber : Hasil Perhitungan Sendiri

Dapat dilihat juga pada tabel 3.3. diatas, setelah dilakukan perhitungan untuk merencanakan dimensi kolom yang akan digunakan untuk pemodelan struktur pada SAP2000, maka digunakan dimensi kolom untuk lantai 1 hingga lantai 7 dengan dimensi K3 700x700 mm. Untuk lantai 8 hingga lantai 14 menggunakan tipe kolom K2 550x550 mm. Dan untuk lantai 15 hingga atap menggunakan tipe kolom K1 450x450 mm.

### 3.4 Desain Base Isolator

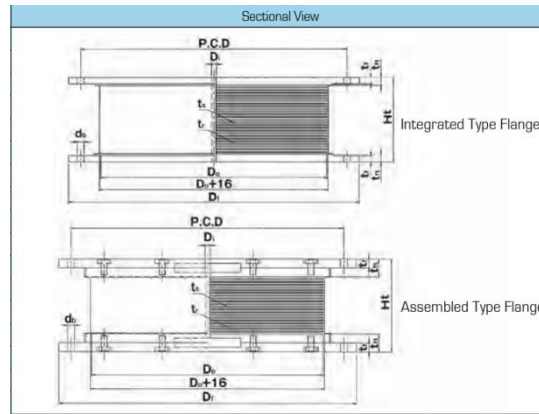
Berdasarkan hasil perhitungan dimensi *base isolator*, diperoleh diameter *rubber* sebesar 600 mm. maka tipe *base isolator* yang digunakan dalam perencanaan ini menggunakan material jenis HDRB yang berdasarkan katalog produk *Brigestone "Seismic Isolation Product Line-Up"*. Isolasi dasar berjenis HDRB dengan Tipe HL060x6R. karakteristik material yang akan di masukkan kedalam program SAP2000 v.14 untuk struktur gedung dengan isolasi dasar Berikut material isolasi jenis HDRB yang di maksud terdapat pada tabel berikut.

Tabel 3.4 Nilai Dasar Material Isolasi HDRB

HDRB Material Properties		
Karakteristik	HL060x6R	Satuan
Diameter luar, $D_0$	600	mm
Diameter dalam, $D_1$	15	mm
Ketebalan satu lapisan karet	3.95	mm
Jumlah lapisan karet	41	-
Faktor Bentuk Pertama	37	-
Faktor Bentuk Kedua	3.7	-
Diameter flensa	900	mm
Tinggi Total	342.0	mm
Berat keseluruhan	5.7	kN
Kekakuan tekan	2440	( $\times 10^3$ kN/m)
Kekakuan geser	1.08	( $\times 10^3$ kN/m)
Kekuatan Karakteristik	71.5	kN
Kekakuan Awal	11.6	( $\times 10^3$ kN/m)
Rasio Redaman Setara	0.240	-
Total ketebalan karet	162	mm
Kekakuan pasca leleh ( $\gamma = 100\%$ )	1.0	( $\times 10^3$ kN/m)

Sumber : Katalog Bridgestone, 2017.

Dapat dilihat pada tabel 3.4. diatas, bahwa tabel tersebut merupakan material jenis HDRB dengan tipe HL060X6R yang dimana material tersebut yang akan dimasukkan kedalam pemodelan pada SAP2000. Material yang dimasukkan ke program SAP2000 yaitu Tinggi Total HDRB, Kekakuan Tekan, Kekuan geser, Faktor bentuk pertama dan kedua, serta rasio redaman setara.

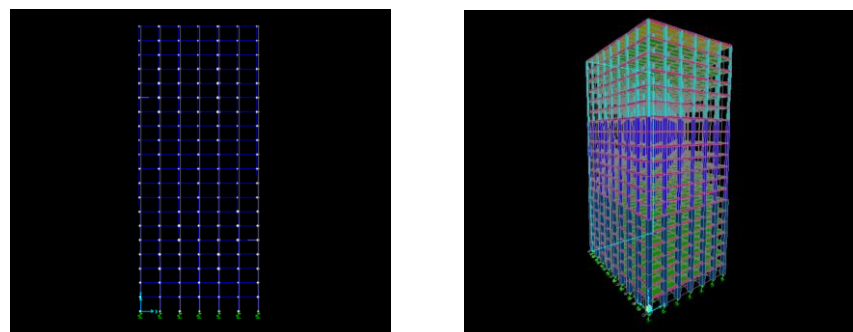


Gambar 3.1. Sectional View HDRB  
Sumber : Katalog Bridgestone, 2017

Berikut dapat dilihat pada gambar 3 di atas, merupakan tampilan yang menunjukkan bagian-bagian HDRB yang dimana  $D_0$  merupakan Diameter luar *flange*.  $D_1$  merupakan diameter dalam *flange*.  $H_t$  merupakan Tinggi keseluruhan tebal karet. Dan  $t_r$  merupakan tebal dalam satu karet.

### 3.5 Pemodelan Struktur *Base Isolator*

Berikut bentuk hasil pemodelan struktur yang telah dimasukkan elemen dimensi Balok, Pelat, dan Kolom. Sehingga terlihat pada gambar berikut.



Gambar 3.2. (a) Portal 2D tampak Belakang, (b) Pemodelan bentuk 3D  
Sumber : Hasil Pemodelan SAP2000

Dapat lihat pada gambar di atas, untuk perletakan tumpuan pada pemodelan struktur di atas menggunakan tumpuan *Base isolator* jenis HDRB dengan tipe HL060x6R. untuk (a) adalah gambar dimana portal tampak belakang bentuk 2D. dan (b) adalah pemodelan dalam bentuk 3D yang dimana merupakan bentuk struktur perencanaan pada penelitian ini.

### 3.6 Analisa Perioda Struktur

Analisis struktur pada perencanaan gedung ini dilakukan dengan cara *time Analysis history dynamic* dengan bantuan program SAP2000 v.14. Beban pada gempa yang digunakan untuk analisis riwayat waktu berupa rekaman perpindahan pada gempa tertentu, dalam perencanaan ini di ambil rekaman gempa:

- Imperial Valley-02 yang terjadi pada tanggal 19 Mei 1940 dengan Kekuatan 6.95 Skala Richter
- Chuetsu-oki pada tanggal 16 Juli 2007 dengan kekuatan 6.80 Skala Richter
- Landers yang terjadi pada tanggal 28 Juni 1992 dengan Kekuatan 7.28 Skala Richter

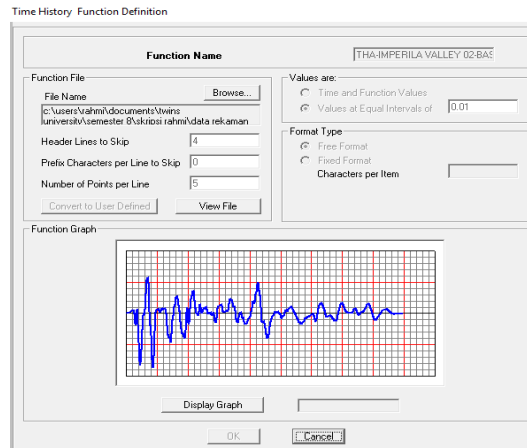
Langkah-langkah dalam analisis *time history* menggunakan SAP2000 adalah sebagai berikut :

### 1. Data Riwayat Waktu

Dalam analisis ini digunakan hasil rekaman akselerogram gempa sebagai input data perpindahan gerakan tanah akibat gempa. Rekaman gerakan tanah akibat gempa diambil dari akselerogram gempa Imperial Valley-02, Landers, Chuetsu-oki.

### 2. Input data riwayat gempa

Data rekaman gempa tersebut dapat dimasukkan dengan memilih *define, time history function, fuction from file*. Kemudian *browser* di *my computer/C/program files/ computer and structures/S AP/time history function/ imperial valley 02*.



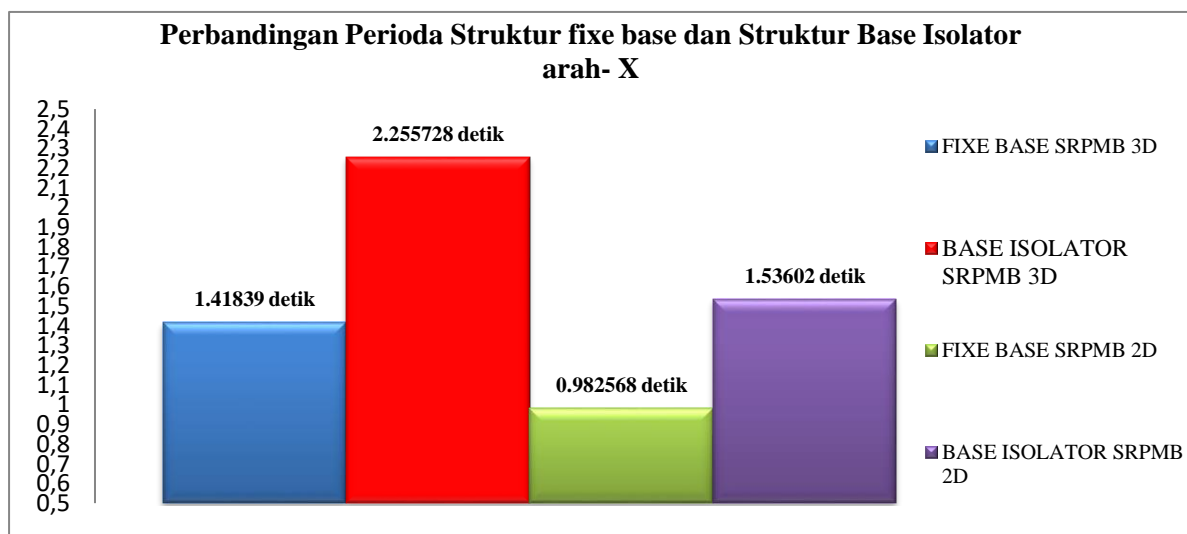
Gambar 3.3. Time History Definition  
Sumber : Program SAP2000

Dapat dilihat pada gambar 3.3. diatas, merupakan hasil *penginputan* salah satu rekaman gempa dalam program bantu SAP2000 versi 14. Grafik tersebut juga menunjukkan rekaman gempa berupa kurva perpindahan tanah pada saat gempa yang terjadi di El Centro-Imperial valley 02, California.

## 4. Hasil dan Pembahasan

### 4.1 Hasil Penelitian Perioda Natural Bangunan

Berikut grafik perbandingan hasil analisis menggunakan SAP2000 diperoleh periode natural bangunan pada struktur *Fixe Base* dan struktur *base isolator*.

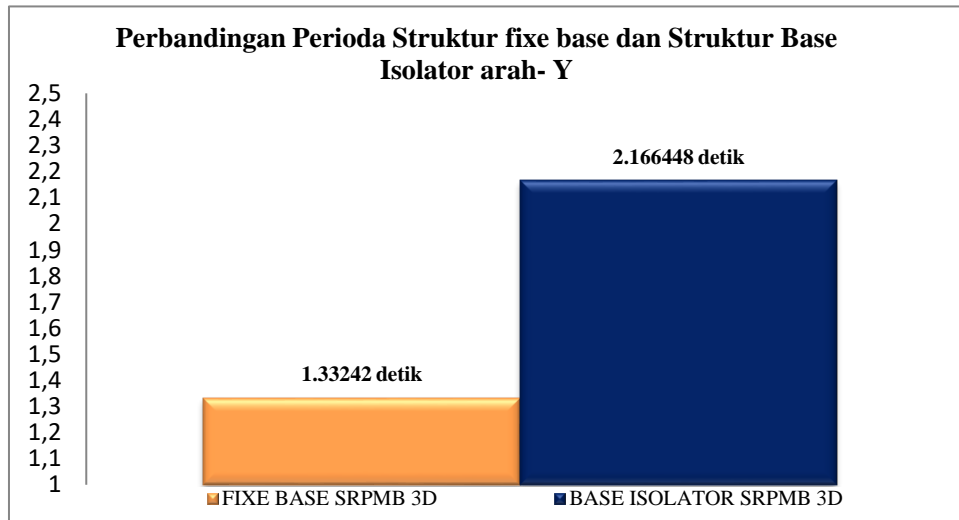


Gambar 4.1. Perbandingan Perioda Struktur fixe base dan Struktur Base Isolator arah-X 3D dan 2D  
Sumber : Hasil Perhitungan Sendiri

Dapat dilihat pada gambar 4.1. diatas, dalam bentuk 3D pada arah-X untuk struktur *fixe base* memiliki periode natural bangunan sebesar 1.41839 detik dan setelah menggunakan *base*

*isolator* pada struktur maka terjadi penambahan sebesar 0.837338 detik sehingga periode natural bangunan dengan *base isolator* bertambah menjadi 2.255728 detik. Dan dalam bentuk 2D, struktur *fixe base* memiliki periode natural bangunan sebesar 0.982568 detik dan setelah menggunakan *base isolator* terjadi penambahan sebesar 0.553455 detik sehingga periode natural bangunan dengan *base isolator* bertambah menjadi 1.53602 detik.

Adapun grafik perbandingan periode natural bangunan dalam bentuk 2D sebagai berikut.



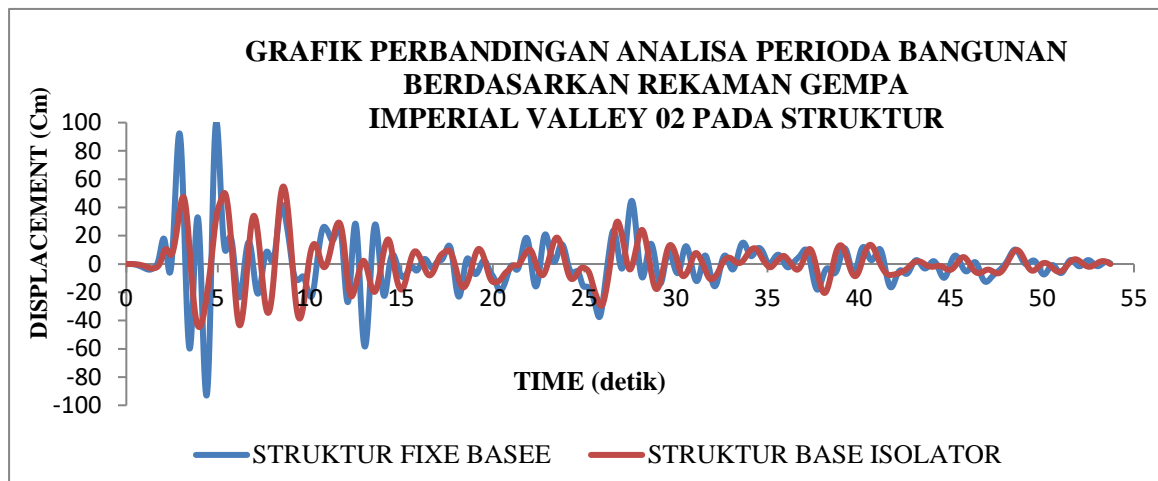
Gambar 4.2. Perbandingan Periode Struktur fixe base dan Struktur Base Isolator arah-Y 3D  
Sumber : Hasil Perhitungan Sendiri

Dapat dilihat pada gambar 4.2. diatas, bahwa dalam bentuk 3D pada arah-Y untuk struktur *fixe base* memiliki periode natural bangunan sebesar 1.33242 detik dan setelah menggunakan *base isolator* pada struktur maka terjadi penambahan sebesar 0.834028 detik sehingga periode natural bangunan dengan *base isolator* bertambah menjadi 2.166448 detik. Dari kedua bentuk pemodelan bahwa dengan menggunakan *base isolator* dapat menambah periode natural bangunan sehingga struktur akan bergetar atau bergerak lebih lambat saat terjadi gempa berlangsung.

#### 4.2 Hasil Perbandingan Riwayat Waktu Pada Struktur *Fixe base* dan Struktur *Base Isolator*

Berikut hasil perbandingan dari hasil analisis ketiga rekaman gempa sekaligus bukti bahwa dengan menggunakan *base isolator* pada struktur selain mempengaruhi periode natural bangunan pada saat gempa efek penggunaan *base isolator* juga berdampak pada respon struktur berupa *displacemen*/perpindahan struktur, yang dimana respon struktur dengan *base isolator* memiliki respon lebih kecil daripada struktur tanpa *base isolator*. Berikut salah satu perbandingan perpindahan struktur *base isolator* dan struktur *fixe base* terhadap waktu berdasarkan data rekaman gempa.





Gambar 4.3. Perbandingan Analisa Perioda Bangunan Berdasarkan Rekaman Gempa Imperial Valley 02 Pada Struktur

Sumber : Hasil Perhitungan Sendiri

Dapat dilihat pada gambar 4.3. diatas, Hasil analisis respon struktur berdasarkan rekaman gempa Imperial Valley 02 dengan kekuatan 6.95 Skala Richter yang mengakibatkan struktur berpindah setiap 0.01 detik selama 53.72 detik. Dalam waktu 53.72 detik perpindahan maksimal struktur *fixe base* terjadi pada detik ke 4.92 dengan perpindahan sebesar 100.50 Cm dan dengan menggunakan *base isolator* pada struktur, terjadi penurunan perpindahan didetik yang sama sebesar 33.88 Cm.

Begitupun dengan gempa Lander dengan kekuatan gempa sebesar 7.28 skala richer yang membuat struktur bergetar selama 56.26 detik dan terjadi perpindahan struktur sebesar 51.736 cm didetik 23.38 untuk struktur *fixe base*. Dan setelah menggunakan *base isolator* menurun hingga 28.109 cm didetik yang sama. Adapula, gempa Chuetsu-oki dengan kekuatan 6.80 skala richer yang membuat struktur bergetar selama 60 detik sehingga terjadi perpindahan struktur sebesar 2.67 cm di detik 25.98 pada struktur *fixe base*. Dan setelah menggunakan *base isolator* perpindahan menurun menjadi 1.58 cm didetik yang sama.

## 5. Kesimpulan dan Saran

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pembahasan dapat disimpulkan bahwa struktur dengan *Base Isolator* dalam bentuk 3D pada arah-X terjadi peningkatan periode natural sebesar 1.59 kali. Dan untuk arah-Y terjadi peningkatan sebesar 1.63 kali. Lalu dalam bentuk 2D pada arah-X terjadi peningkatan sebesar 1.56 kali. Hal ini dapat diartikan bahwa struktur dengan menggunakan *base isolator* dapat menambah periode natural bangunan sehingga struktur saat mengalami gempa dapat bergerak lebih lambat daripada struktur tanpa *Base isolator*.

Dan efek penggunaan *base isolator* selain terjadi penambahan pada periode natural bangunan berdampak juga pada perpindahan struktur saat terjadi gempa. Dengan menggunakan *base isolator* maka dapat memperkecil perpindahan struktur yang dimana telah dibuktikan berdasarkan analisis dinamika *Time History Analisis (THA)* berdasarkan ketiga data rekaman gempa yaitu gempa Imperial valley 02, Landers, dan Chuetsu-oki berturut-turut terjadi penurunan pada respon bangunan (Perpindahan) sebesar 66%, 46%, dan 41% dari struktur tanpa *base isolator*. Namun, terjadi penambahan perpindahan didetik yang lain tetapi bukan berarti tidak bagus. Hanya saja pada saat gempa berlangsung struktur bergerak dan berpindah lebih lambat atau landai.

### 5.2 Saran

Penelitian ini hanya menganalisis efek pengaruh penggunaan *base isolator* dan besar periode pada bangunan yang tereksitasi oleh gempa, dapat dilihat bahwa *base isolator* yang digunakan dalam penelitian ini berjenis HDRB dengan tipe HL060x6R. perencanaan



bangunan SRPMB dengan bentuk beraturan 20 lantai serta analisis dinamik THA (*Time History Analysis*) dengan bentuk linear. Rekaman gempa yang digunakan sebanyak 3 data rekaman gempa yang membandingkan perpindahan struktur *base isolator* dan struktur *fixe base* terhadap waktu. Maka dari itu disarankan untuk penelitian selanjutnya yaitu menganalisis periode bangunan dan ditinjau hingga analisis dinamika THA (*Time History Analysis*) dengan bentuk *Non Linear*.

### Daftar Pustaka

- [1] Muliadi, M. Afifuddin, Aulia, dan T. Budi, “Analisis Respon Bangunan Menggunakan *Base Isolator* Sebagai Pereduksi Beban Gempa Di Wilayah Gempa Kuat” *Jurnal Teknik Sipil*, Vol.3, No.2, Hal. 109-118, ISSN 2302-0253, Universitas Syiah Kuala, 2014.
- [2] A. Muliadi, M. K. Ihsan, “Analisa Perioda Bangunan Dinding Geser dengan *Base Isolator* Akibat Gaya Gempa” *Teras Jurnal, Jurnal Teknik Sipil*, Vol.7, No.2, Hal 263-273, Universitas Malikussaleh, 2018.
- [3] B. Budiono, A. Setiawan, “Studi Komparasi Sistem Isolasi Dasar *High Damping Rubber Bearing* dan *Friction Pendulum System* Pada Bangunan Beton Bertulang” *Jurnal Teknik Sipil*, Vol.21, No.3, ISSN 0853-2982, Institut Teknologi Bandung, Bandung, 2014.
- [4] I. Samsya, “Evaluasi Aplikasi Penggunaan *Base Isolation* Pada Gedung Grand Keisha Menggunakan Analisa Pushover” Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya, 2017.
- [5] Peraturan PPIUG, “Pedoman Perencanaan Pembebanan Untuk Rumah dan Gedung” Yayasan Penerbit Pekerjaan Umum, Jakarta, 1987.
- [6] Peraturan SNI 1726:2012, “Tata Cara Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung” Badan Standardisasi Nasional, Jakarta, 2012.
- [7] Peraturan SNI 1727:2013, “Beban Minimum Untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain” Badan Standardisasi Nasional, Bandung, 2013.
- [8] Peraturan SNI 2847:2013, “Persyaratan Beton Struktural untuk bangunan gedung” Badan Standardisasi Nasional, Bandung, 2013.
- [9] W. Andrian, Faimun, dan E. Wahyuni, “Evaluasi Kinerja Gedung Menggunakan *Base Isolator* Tipe *High Damping Rubber Bearing* (HDRB) Pada Modifikasi Gedung J-Tos Jogjakarta Dengan Perencanaan Analisa *Pushover*” *Jurnal Teknik ITS, Undergraduate thesis*, Institut Teknologi Sepuluh November, Jogjakarta, 2017.
- [10] Katalog *Brigestone*, “*Seismic Isolation Product Line-up*” *Infrastructure Products Infrastructure Products Business Development Department, Japan*, 2017.