

## ANALISIS PERIODA BANGUNAN DINDING GESER DENGAN BASE ISOLATOR AKIBAT GAYA GEMPA

Muliadi<sup>1</sup>, M. Kabir Ihsan<sup>2</sup>

Jurusan Teknik Sipil, Universitas Malikussaleh  
email: [muljadi.eng@gmail.com](mailto:muljadi.eng@gmail.com)<sup>1)</sup>, [ihsankb@gmail.com](mailto:ihsankb@gmail.com)<sup>2)</sup>

DOI: <http://dx.doi.org/10.29103/tj.v7i2.129>

### Abstrak

Bangunan yang hancur oleh gempa dapat dicegah dengan memperkuat struktur bangunan terhadap gaya gempa yang bekerja padanya. Perkuatan bangunan dapat dilakukan dengan memperkaku bangunan dalam arah lateral yaitu *moment resisting frame (rigid frame)*, *braced frame* dan *shear wall*. Bangunan dinding geser merupakan salah satu jenis bangunan tahan gempa gedung beton bertulang menggunakan sistem rangka struktur yang dikombinasikan. Kinerja gedung akan bertambah dan menjadi optimal jika pola penempatan dinding geser serta metode analisisnya tepat. Sistem lainnya dalam mengurangi kerusakan bangunan akibat gempa dengan *performance based seismic design* yaitu dengan menggunakan *base isolator*, yang memanfaatkan teknik analisa non-linear berbasis komputer untuk menganalisa perilaku inelastis struktur dari berbagai macam intensitas gerakan tanah (*gempa*), sehingga dapat diketahui kinerjanya pada kondisi kritis. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui perioda dalam penggunaan *base isolator* dengan yang tanpa menggunakan *base isolator*, pada bangunan sistem ganda, lantai 10 tingkat, bentuk beraturan pada bangunan dinding geser. Analisis data yang dilakukan dengan menggunakan bantuan *software* komputer *SAP2000*. Pembebanan pada gedung didasarkan pada peraturan bangunan gedung beton bertulang dan analisa dinamik *Time History Modal Analysis* struktur dalam Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung (SNI 1726:2012). Dari hasil penelitian ini dapat diketahui bahwa penggunaan *base isolator* memperbesar perioda alami. Nilai perioda pada dinding geser dan dinding geser *base isolator* besarnya berturut-turut 0.988 detik dan 2.465 detik. Hal ini menyebabkan gaya gempa yang bekerja menjadi lebih kecil.

**Kata kunci** : *Perioda, Bangunan Dinding Geser, dan Base Isolator.*

### 1. Pendahuluan

Negara Indonesia yang kaya dengan keindahan alam dan terletak pada banyak pulau memberikan suatu nilai lebih dibandingkan dengan Negara lain. Negara ini juga dikenal dengan aktifitas gempa aktif. Dalam beberapa kejadian gempa bumi di kota besar di Indonesia, seperti di Aceh, Yogyakarta, Padang dan baru - baru ini seperti di wilayah selatan pulau Jawa akhir tahun 2017, telah dijumpai banyak kerusakan bangunan dan menelan lebih banyak korban jiwa jika dibandingkan dengan gempa yang terjadi di Fukushima Jepang tahun 2017.

Kerusakan bangunan yang disebabkan oleh gempa dapat dicegah dengan memperkuat struktur bangunan terhadap gaya gempa yang bekerja padanya. Namun, hasil ini sering kali kurang memuaskan, karena kerusakan elemen baik struktural maupun non-struktural umumnya disebabkan adanya

perbedaan perioda bangunan. Untuk memperbesar perioda agar gaya gempa yang bekerja semakin kecil dapat dilakukan dengan memperkaku bangunan dalam arah lateral. Dalam memperkaku bangunan dalam arah lateral dapat dilakukan dengan tiga macam komponen penahan gaya lateral yaitu *moment resisting frame (rigid frame)*, *braced frame* dan *shear wall*. Namun, hal ini akan memperbesar gaya gempa yang bekerja pada bangunan (Teruna, 2005).

Bangunan dinding geser merupakan salah satu jenis bangunan tahan gempa gedung beton bertulang menggunakan sistem rangka struktur yang dikombinasikan. Kinerja gedung akan bertambah dan menjadi optimal jika pola penempatan dinding geser serta metode analisisnya tepat. Sistem lainnya dalam mengurangi kerusakan bangunan akibat gempa dengan trend perencanaan yang terkini yaitu *performance based seismic design*, yang memanfaatkan teknik analisa non-linear berbasis komputer untuk menganalisa perilaku inelastis struktur dari berbagai macam intensitas gerakan tanah (*gempa*), sehingga dapat diketahui kinerjanya pada kondisi kritis. Untuk itulah diperlukan langkah-langkah untuk meminimalisir kerusakan akibat gempa tersebut. Salah satunya adalah dengan menggunakan *base isolator*.

Penelitian yang berkaitan telah dilakukan dalam kajian analisis respon bangunan menggunakan *base isolator* sebagai pereduksi beban gempa di wilayah gempa kuat, dan hasilnya menunjukkan bahwa Bangunan SRPMK *base isolator* dapat memperbesar perioda alami struktur dibandingkan dengan SRPMK tanpa *base isolator*. Dan peningkatan perioda struktur menyebabkan gaya gempa yang bekerja pada bangunan akan menjadi lebih kecil dan *base isolator* merupakan komponen reduksi lateral (Muliadi dkk, 2014).

Konsep inilah yang menjadi landasan pada penelitian ini di mana objek bangunan adalah bangunan dinding geser. Bertitik tolak dari temuan tersebut, diperlukan pengembangan konsep *base isolator* dalam penerapan model bangunan lain nya, maka penelitian ini menguji coba sistem *slider isolator* pada model struktur bertingkat sepuluh sama hal nya penelitian sebelumnya. Dimana kajian ini lebih memperdalam hasil pencapaian kepada hasil perioda yang bekerja pada struktur bangunan dinding geser. Hasil ini diharapkan dapat memberikan kajian tambahan dalam menganalisis penggunaan base isolator.

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perioda yang terjadi akibat efek gempa pada bangunan. Baik dalam penggunaan *base isolator* maupun yang tanpa menggunakan *base isolator*. Desain struktur ini dilakukan dengan analisis beban *time history dynamic* pada bangunan dinding geser (*shear wall*).

## 2. Tinjauan Kepustakaan

### 2.1 Perioda

Perioda fundamental struktur,  $T$ , dalam arah yang ditinjau harus diperoleh menggunakan properti struktur dan karakteristik deformasi elemen penahan dalam dalam analisis yang teruji. Periode getar natural  $T$  merupakan variabel yang penting dalam perencanaan tahan gempa. Nilai  $T$  diperlukan untuk mendapatkan

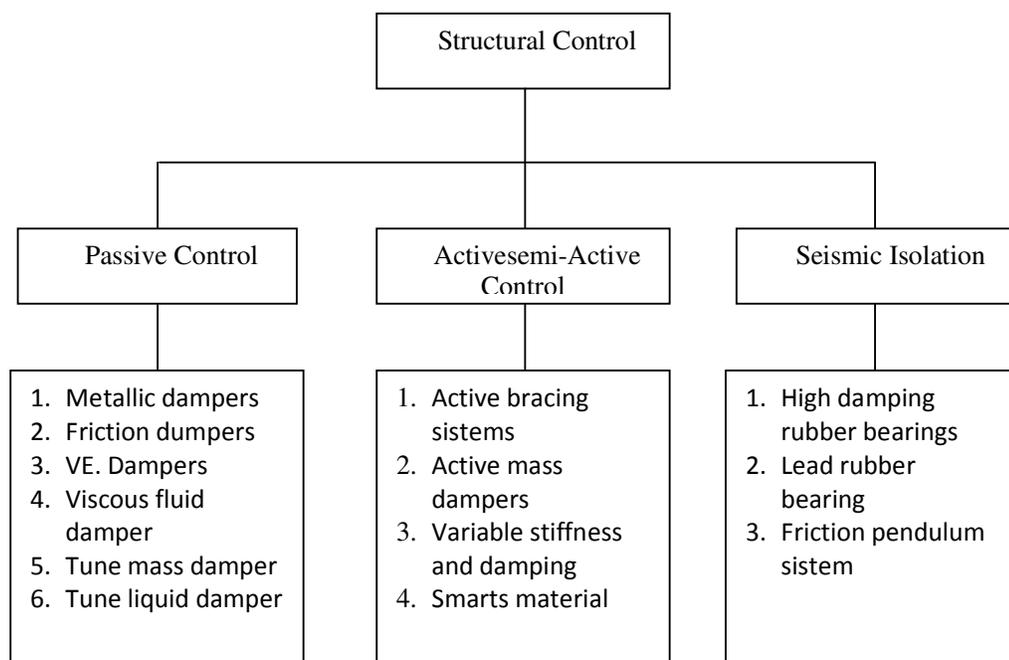
koefisien getar dasar C (dari kurva Respon Spektra), yang kemudian digunakan untuk menghitung besarnya gaya geser dasar bangunan. Periode getar natural T dapat diperoleh dari sejumlah persamaan empiris yang dianjurkan dalam sejumlah peraturan (termasuk SNI 1726-2012). Periode getar natural T dapat pula diperoleh dari analisis modal. Dalam jurnal ini, penulis mengkaji perbandingan periode natural yang didapatkan dari persamaan empiris terhadap periode natural hasil analisis modal (eigen value) menggunakan program SAP2000.

## 2.2 Respon Struktur

Sistem kontrol pada struktur diharapkan kinerja bangunan dapat masuk pada level kinerja operasional. Berikut ini diberikan beberapa jenis bangunan yang sering menggunakan sistem kontrol struktural agar kerusakan bangunan pada peristiwa gempa kuat dapat diminimalisir dan tidak mengganggu operasional bangunan tersebut.

- Bangunan yang berhubungan dengan fasilitas keadaan darurat (rumah sakit, pembangkit listrik, telekomunikasi, dsb)
- Bangunan dengan komponen atau bahan yang beresiko tinggi terhadap makhluk hidup ( fasilitas nuklir, bahan kimia, dsb)
- Bangunan yang berhubungan dengan orang banyak (mall, apartemen, perkantoran, sekolah, dsb)
- Bangunan yang berhubungan dengan pertahanan Negara
- Bangunan yang memiliki komponen dan peralatan elektronik yang mahal
- Bangunan/museum/monumen yang berhubungan dengan sejarah

Sistem kontrol respon ini dapat diperlihatkan seperti pada Gambar 1.

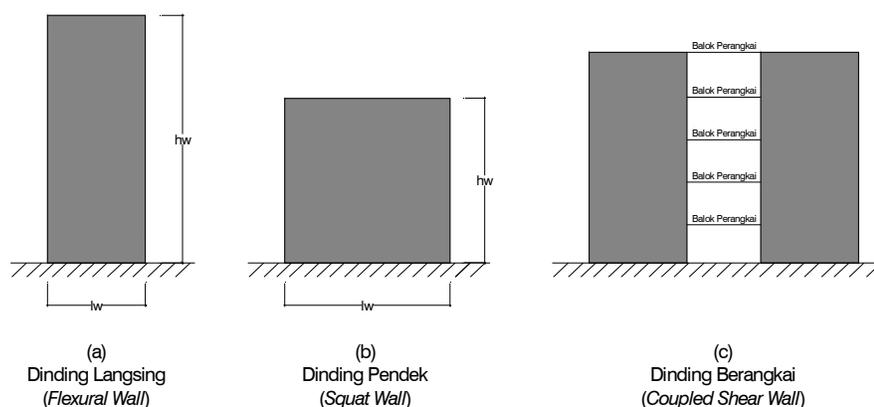


Gambar 1 Sistem Kontrol Struktur  
Sumber: Teruna, 2010

### 2.3 Bangunan Dinding Geser

Dinding Geser merupakan komponen struktur untuk meningkatkan kekakuan struktur dan menahan gaya – gaya lateral (SNI-03-2847-2002). Dinding geser adalah struktur vertikal yang digunakan pada bangunan tingkat tinggi. Fungsi utama dinding geser adalah menahan beban lateral seperti gaya gempa dan angin.

Menurut SNI-03-2847-2002 ketebalan dinding pendukung tidak boleh kurang dari 1/25 tinggi atau panjang bagian dinding yang ditopang secara lateral, diambil yang terkecil dan tidak pula kurang dari 100 mm. model bangunan dinding geser dapat diperlihatkan seperti pada Gambar 2.



Gambar 2 Dinding Geser Berdasarkan Geometri:

Jenis dinding geser biasanya dikategorikan berdasarkan geometrinya yaitu :

- Flexural wall*, dinding geser yang memiliki rasio  $h_w/l_w \geq 2$ , dimana desain dikontrol oleh perilaku lentur.
- Squat wall*, dinding geser yang memiliki rasio  $h_w/l_w \leq 1$  atau 2, dimana desain dikontrol oleh perilaku geser.
- Coupled shear wall*, dimana momen guling yang terjadi akibat gaya gempa ditahan oleh sepasang dinding yang dihubungkan oleh balok – balok perangkai sebagai gaya – gaya tarik dan tekan yang bekerja pada masing – masing dasar pasangan dinding tersebut.

### 2.4 Sistem Ganda Beton Bertulang

Sistem struktur dengan rangka ruang pemikul beban gravitasi secara lengkap, sedangkan beban lateral yang diakibatkan oleh gempa dipikul oleh sistem rangka pemikul momen dan dinding geser ataupun oleh rangka pemikul momen dan rangka bresing (SNI 1726:2012).

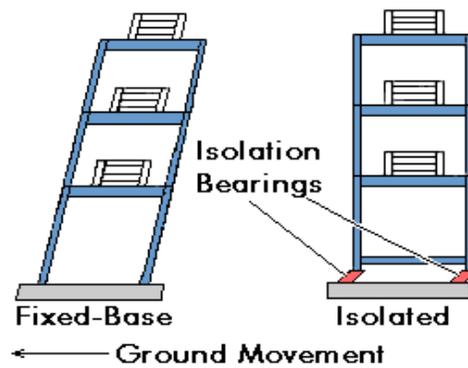
Gabungan sistem antara portal dan dinding geser disebut sebagai sistem ganda. Sistem ganda akan memberikan kemampuan bangunan menahan beban yang lebih baik, terutama terhadap beban gempa.

Berdasarkan SNI 1726:2012 sistem ganda terdiri dari :

- Rangka ruang yang memikul seluruh beban gravitasi,
- Pemikul beban lateral berupa dinding geser atau rangka bresing dengan rangka pemikul momen. Rangka pemikul momen harus direncanakan secara terpisah mampu memikul sekurang – kurangnya 25 % dari seluruh beban lateral,
- Kedua sistem harus direncanakan untuk memikul secara bersama - sama seluruh beban lateral dengan memperhatikan interaksi/ sistem ganda.

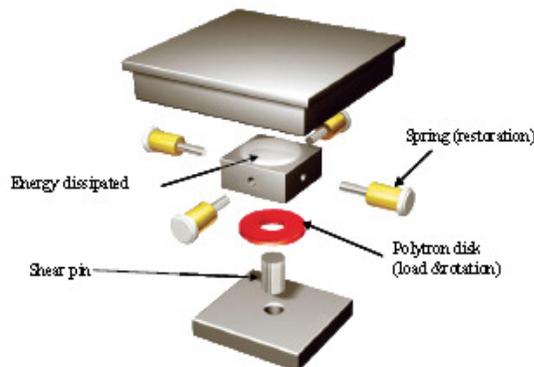
## 2.5 Base Isolator

Secara umum sistem isolasi seismik terbagi dalam dua kategori yaitu *Elastomeric Rubber Bearing* dan *Sliding Bearing*. Adapun jenis *Elastomeric Rubber Bearing* terdiri dari jenis *high damping rubber bearing* (HDRB) dan *lead rubber bearing* (LRB). Sedangkan *sliding bearing* terdiri dari jenis *friction pendulum sistem* (FPS) dan *slider isolator*. Struktur bangunan *base isolator* diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Struktur base isolator

Pada bangunan *base isolator* dengan jenis *slider isolator* yang dipasang berbeda materialnya dengan *isolator* jenis elastomerik (terdiri dari karet dan pelat baja) maupun dengan jenis FPS (terdiri dari pelat baja dan teflon), tetapi cara kerjanya hampir sama. Bentuk tipikal dapat terlihat seperti pada Gambar 4.



Gambar 4 Bentuk tipikal slider isolator

Energi dissipasi dihasilkan oleh gesekan pada permukaan bahan PTFE (*Teflon*) sedangkan gaya pemulih dihasilkan oleh spring yang terbuat dari bahan polyurethane. Untuk memikul gaya vertikal maupun rotasi yang terjadi disediakan bearing yang disebut dengan polytron disk (Teruna dan Hendrik, 2010).

## 2.6 Konsep Isolasi Seismik

Sistem ini akan memisahkan bangunan atau struktur dari komponen horizontal pergerakan tanah dengan menyisipkan *isolator* yang mempunyai kekakuan yang relative kecil antara bangunan atas dengan fondasinya.

Bangunan dengan sistem seperti ini akan mempunyai frekuensi yang relative lebih kecil dibandingkan dengan bangunan konvensional dan frekuensi dominan pergerakan tanah. Akibatnya percepatan gempa yang bekerja pada bangunan menjadi lebih kecil. Ragam getar pertama hanya akan menyebabkan deformasi lateral pada sistem *isolator*, sedangkan struktur atas akan berperilaku sebagai *rigid body motion*.

Ragam getar yang lebih tinggi yang dapat menimbulkan deformasi pada struktur tidak ikut berpartisipasi dalam respon struktur karena ragam getar yang seperti itu akan orthogonal terhadap ragam getar yang pertama dan gerakan tanah, sehingga energy gempa tidak akan disalurkan ke struktur bangunan (Naeim and Kelly, 1999).

## 3. Metode Penelitian

### 3.1 Rancangan Penelitian

Konstruksi bangunan yang akan dirancang merupakan bangunan gedung beton bertulang SRPMK. Pemodelan struktur terdiri dari model *fixed base* SRPMK dengan SRPMK *base isolator* yang terletak di wilayah gempa kuat berdasarkan peta gempa Indonesia yang tertuang pada SNI 1726:2012.

Fungsi gedung adalah untuk perkantoran dengan berjarak 5 Km dari pantai berdasar beban angin  $40 \text{ Kg/m}^2$ , yang diasumsikan terletak di Banda Aceh dan bangunan terletak di kelas situs SC (tanah keras, sangat padat dan batuan lunak). Dimana kelas situs SC dapat memberikan nilai jarak perpindahan tanah yang lebih kecil ( $d_g$ ), dan memberikan efek kekakuan bangunan lebih besar.

### 3.2 Geometri model

Permodelan struktur ini dilakukan dengan menggunakan software SAP2000 (Structure Analysis Program). Analisis dilakukan dengan cara time analysis history dynamic.

Bentuk dari bagian elemen balok-kolom terlihat pada Tabel. 1 dan Tabel. 2. Bentuk elemen ini, di perhatikan dalam bentuk 2D dengan adanya nilai-nilai bagian dari elemen struktur yang akan di rencanakan.

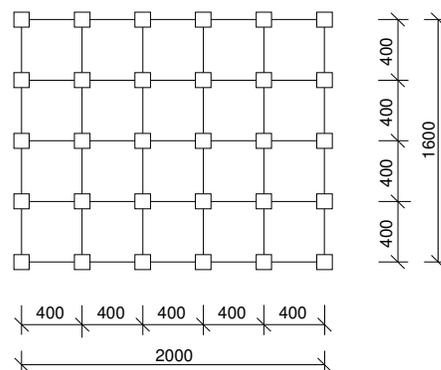
Tabel.1 Element struktur balok

No	Lantai	Balok	Dimensi Penampang		Panjang Balok L (m)
			b (m)	h (m)	
1	Lantai 1	B1	0,35	0,70	4,00
2	Lantai 2	B2	0,35	0,70	4,00
3	Lantai 3	B3	0,35	0,70	4,00
4	Lantai 4	B4	0,35	0,70	4,00
5	Lantai 5	B5	0,35	0,70	4,00
6	Lantai 6	B6	0,35	0,70	4,00
7	Lantai 7	B7	0,35	0,70	4,00
8	Lantai 8	B8	0,35	0,70	4,00
9	Lantai 9	B9	0,35	0,70	4,00
10	Lantai Atap	RB10	0,30	0,60	4,00

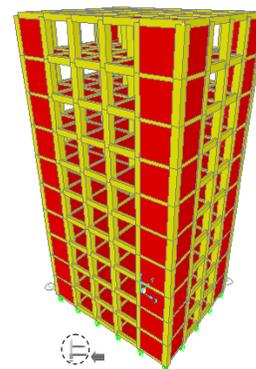
Tabel. 2 Element struktur kolom

No	Lantai	Dimensi Penampang		Tinggi Kolom H (m)
		b (m)	h (m)	
1	Lantai 1	0,80	0,80	4,00
2	Lantai 2	0,80	0,80	4,00
3	Lantai 3	0,80	0,80	4,00
4	Lantai 4	0,80	0,80	4,00
5	Lantai 5	0,80	0,80	4,00
6	Lantai 6	0,80	0,80	4,00
7	Lantai 7	0,80	0,80	4,00
8	Lantai 8	0,80	0,80	4,00
9	Lantai 9	0,80	0,80	4,00
10	Lantai Atap	0,80	0,80	4,00

Tampilan dimensi bangunan dinding geser seperti terlihat pada Gambar 5 berikut:



Denah bangunan 2D



Tampak Bangunan 3D

Gambar 5 Bentuk dimensi bangunan dinding geser

Characteristic *base isolator* model *slider isolator* merupakan bagian dari *isolation* untuk meminimalisir beban gempa yang terjadi. Spesifikasi Elemen Struktur Base Isolator dapat diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel. 3 Spesifikasi elemen struktur base isolator

Title	RME QS	Serial No.	2009 – 35 CB
Beban Vertikal Max	1750 KN	Manuf Y.M	2009.12
Kekakuan Horizontal Pada Regangan 100%	095	Hor Load	
		Perpindahan Max	± 100 mm

### 3.3 Analisa struktur

Prosedur dan asumsi dalam perencanaan serta besarnya beban rencana mengikuti ketentuan berikut ini:

1. Ketentuan mengenai perencanaan dalam tata cara ini didasarkan pada asumsi bahwa struktur direncanakan untuk memikul semua beban kerjanya.
2. Beban kerja diambil berdasarkan *Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung*, atau penggantinya.

Beban gempa yang digunakan dalam analisis *time history* berupa rekaman percepatan tanah untuk gempa tertentu, dalam penelitian ini diambil 4 rekaman gempa;

- El Centro 1940 yang terjadi di Imperial Valley-02, California pada tanggal 19 Mei 1940;
- Kobe yang terjadi pada tanggal 16 Januari 1995;
- Italia yang terjadi pada tanggal 23 November 1980;
- Taiwan yang terjadi pada tanggal 20 September 1999.

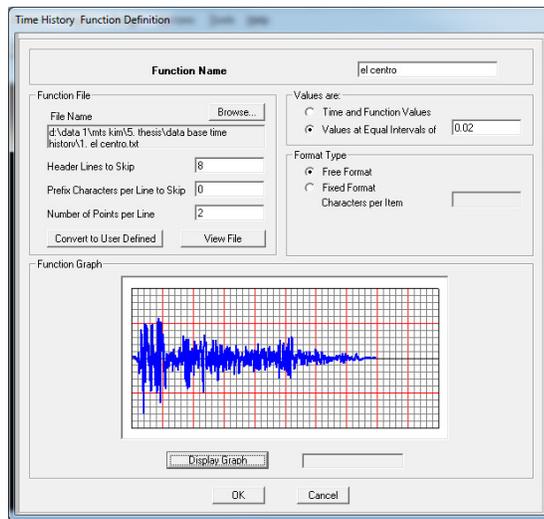
Langkah-langkah dalam analisis *time history* menggunakan program SAP 2000 adalah sebagai berikut:

a. Data riwayat waktu

Dalam analisis ini digunakan hasil rekaman akselerogram gempa sebagai input data percepatan gerakan tanah akibat gempa. Rekaman gerakan tanah akibat gempa diambil dari akselerogram gempa El Centro N-S, Kobe, Italia dan Taiwan.

b. Memasukkan data riwayat gempa

Data riwayat gempa tersebut dapat diinput dengan mengklik *define, time history function, fuction from file*. Kemudian browse di my computer/C/program files/ computer and structures/SAP/time history function/imperial valley.

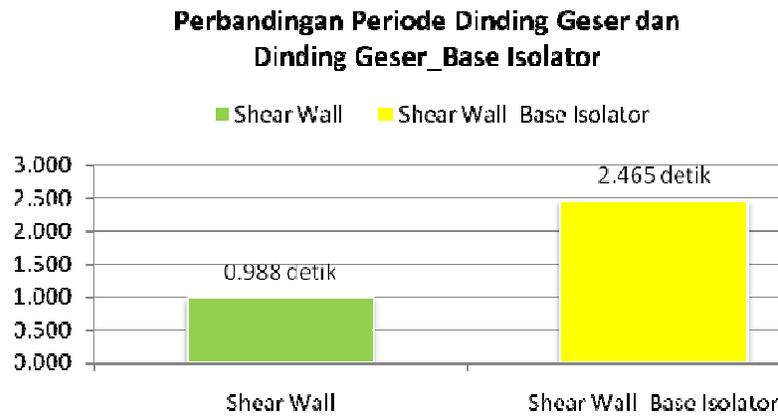


Gambar 6. Time history function definition

#### 4. Hasil Pembahasan

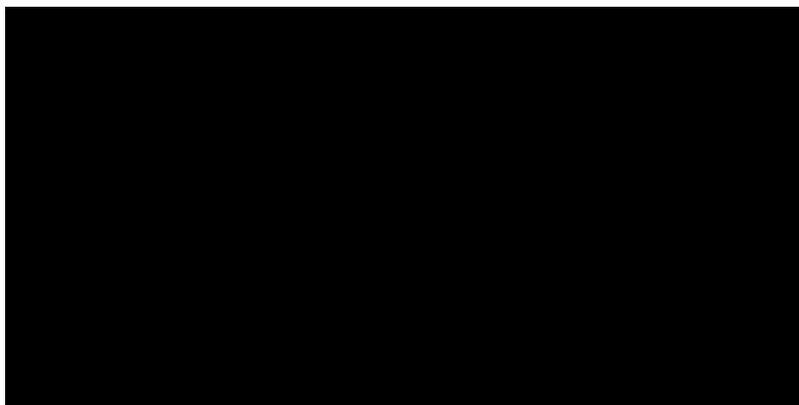
##### 4.1 Hasil Penelitian

Bangunan dinding geser *base isolator* memiliki perioda lebih besar dari pada bangunan dinding geser tanpa *base isolator*. Perioda dinding geser dengan dinding geser *base isolator* berturut-turut dengan nilai perioda 0.988 detik, 2.465 detik. Hal ini juga terjadi peningkatan perioda sebesar 1.477 detik atau peningkatan terjadi 2.5 kali bangunan dinding geser. Grafik perbandingan dinding geser dan dinding geser dengan *base isolator* dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Grafik Perbandingan Periode Dinding Geser dan Dinding Geser Base Isolated

Nilai perbandingan Periode *Fixed Base Structure* dan *Base Isolated Structure Mode* pada studi terkait (*studi sebelumnya*), dimana nilai perioda tertinggi pada bangunan dinding geser dengan base isolator dan terendah pada bangunan SRPMK dengan nilai 2.465 detik dan 0.781 detik. Grafik perbandingan tersebut seperti Gambar 8 berikut.



Gambar 8 Grafik Perbandingan Periode *Fixed Base Structure* dan *Base Isolated Structure Mode* pada studi terkait

Perbandingan periode jika dibandingkan dengan *fixed base* SRPMK maka bangunan SRPMK *base isolator*, bangunan dinding geser dan dinding geser yang menggunakan *base isolator* mengalami kenaikan periode sebesar 130.03 %, 26.54 % dan 215.58 %. Hal ini menunjukkan semakin tinggi periode maka nilai perbandingan didapat semakin besar.

#### 4.2 Pembahasan

Bangunan dinding geser dengan *base isolator* bila dibandingkan dengan bangunan dinding geser tanpa base isolator ternyata mempunyai periode struktur yang paling besar dengan nilai 2.465 detik atau sama dengan 40.08 % dari kedua struktur bangunan dinding geser. Jika dikombinasikan penggunaan *dinding geser* dengan *base isolator* dalam satu gedung ternyata mempunyai periode struktur yang paling besar dengan nilai 2.465 detik atau sama dengan 40.87 % dari seluruh struktur bangunan.

Hal ini sesuai dengan tujuan dari penggunaan *base isolator* yaitu untuk memperbesar periode alami struktur bangunan. Peningkatan periode struktur menyebabkan *interstory drift* pada bangunan akan menjadi lebih kecil sehingga meningkatkan kenyamanan orang didalamnya. Peningkatan periode struktur menyebabkan gaya gempa yang bekerja pada bangunan akan menjadi lebih kecil. Serta menandakan dinding geser merupakan komponen struktur untuk meningkatkan kekakuan dan menahan gaya lateral serta *base isolator* merupakan komponen reduksi lateral.

### 5. Kesimpulan Dan Saran

#### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilaksanakan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Bangunan dinding geser memiliki periode lebih besar dari pada bangunan *fixed base*. Peningkatan periode struktur menyebabkan gaya gempa yang bekerja pada bangunan akan menjadi lebih kecil. peningkatan periode pada bangunan dinding geser *base isolator* sebesar 1,477 detik atau peningkatan terjadi 2,5 kali bangunan dinding geser.

2. Periode struktur terbesar dengan nilai 2.465 detik atau sama dengan 40.08 % dari kedua struktur bangunan dinding geser
3. *Base isolator* dapat meningkatkan kekakuan dan menahan gaya lateral, dan *base isolator* merupakan komponen reduksi lateral.

## 5.2 Saran

Penelitian ini hanya menganalisis pengaruh periode pada penggunaan *base isolator* jenis *slider isolator* terhadap bangunan dinding geser dengan bangunan tanpa *base isolator*. Dalam hal ini dilakukan studi bangunan sistem ganda, bentuk beraturan dan berlantai 10, kedepan agar penerapan prinsip *isolator* pada tiap model bangunan dapat diketahui lebih detail dapat dilakukan analisis terhadap gaya geser (*base shear*).

## Daftar Kepustakaan

- Muliadi, Afifuddin M, Aulia B.T., 2014, *Analisis Respon Bangunan Menggunakan Base Isolator Sebagai Pereduksi Beban Gempa di Wilayah Gempa Kuat*, Jurnal Teknik Sipil Pascasarjana Universitas Syiah Kuala, ISSN: 2302-0253, pp. 1-10.
- Naeim, F., & Kelly, J.M., 1999, *Design Of Seismic Isolated Structures: From Theory To Practice*, John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Standar Nasional Indonesia, 2002, *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, (SNI 03-2847-2002), Badan Standardisasi Nasional, Puslitbang pemukiman, Bandung.
- Standar Nasional Indonesia, 2012, *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa Untuk Struktur Bangunan Gedung Dan Non Gedung*, (SNI 1726:2012), Badan Standardisasi Nasional, Puslitbang pemukiman, Bandung.
- Teruna, D.R., 2005, *Analisis Respon Bangunan Dengan Base Isolator Akibat Gaya Gempa*, Jurnal Sistem Teknik Industri Volume 6, No. 4 Oktober 2005.
- Teruna, D.R., & Hendrik, S., 2010, *Analisis Response Bangunan ICT Universitas Syiah Kuala Yang Memakai Slider Isolator Akibat Gaya Gempa*, Perkembangan dan Kemajuan Kontruksi Indonesia, Seminar dan Pameran HAKI, 2010.