

Base Shear Struktur Beton Bertulang Yang Menggunakan Base Isolator Akibat Beban Gempa Dengan Menggunakan Etabs

Base Shear Reinforced Concrete Structures Using Base Isolator Due To Earthquake Loads Using Etabs

Dicky Ndena Nggaba¹, Partogi H. Simatupang², A. Hidayat Rizal^{3*}

¹Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145, Indonesia

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana, Kupang 65145,

Article info:

Kata kunci:

Respon dinamis, base isolator, etabs, time history

Keywords:

Dynamic response, base isolator, etabs, time history

Article history:

Received: 28-01-2021

Accepted: 21-03-xxxx

*Koresponden email:
dickynden3@gmail.com

Abstrak

Gempa bumi terjadi akibat adanya gelombang seismik yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba. Penelitian ini dilakukan menggunakan alat *base isolator* tipe (HDR) *Certification Number MVBR-0516 (XO.3R)* sebagai alat untuk mereduksi base shear, displacement dan gaya dalam yang bekerja pada struktur dan dimodelkan pada struktur bangunan dengan software ETABS. Penelitian ini menggunakan analisis dengan metode time history dengan beberapa beban gempa berupa percepatan accelerogram. Hasil dan Tujuan dari penelitian yaitu untuk mengetahui base shear dari suatu bangunan struktur beton bertulang yang menggunakan *base isolator* dan tanpa menggunakan *base isolator*. Pada saat gedung menerima beban gempa arah x maupun arah y, struktur tanpa *base isolator* akan secara langsung menerima beban gempa tersebut sehingga akan menimbulkan gaya geser dasar yang besar, sedangkan struktur dengan *base isolator* pada saat terjadi gempa, beban gempa tersebut akan diterima oleh *base isolator* sehingga gaya geser dasar dari struktur tersebut tereduksi oleh *base isolator*. Hasil dari penelitian ini menunjukkan penggunaan *base isolator* mereduksi base shear sekitar 20%-67% dan 14%-70,5% untuk gempa arah x kebagian timur dan barat. Sedangkan pada gempa arah y sekitar 43%-70% dan 43%-62% kebagian selatan dan utara.

Abstract

The sudden release of energy within earth creates seismic waves on earth's surface that is earthquake. This research was carried out using a base isolator type of HDR with Certification Number MVBR-0516 (XO.3R) to reduce base shear, displacement and internal forces acting on the structure. This study uses time history analysis method with some earthquake loads in the form of acceleration acceleration. The objectives of the study were to determine the base shear of a reinforced concrete structure building using a base isolator and without using a base insulator. The results of this study indicate the use of base insulators reduces base shear by about 20% -67% and 14% -70.5% for earthquakes in the x direction to the east and west. Meanwhile, in the y direction earthquake, it was around 43% -70% and 43% -62% to the south and north

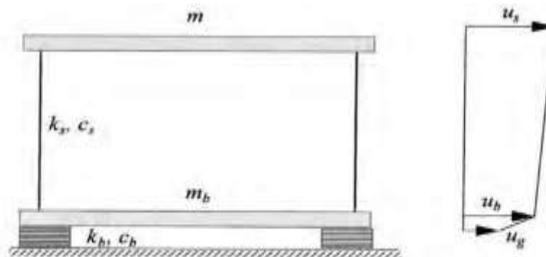
1. Pendahuluan

Wilayah INDONESIA sangat rawan terhadap bahaya gempa. Hal ini disebabkan wilayah Indonesia berada dalam kawasan Ring of Fire atau cincin api pasifik yang aktif akibat pergerakan lempeng-lempeng tektonik. Dan dalam beberapa tahun terakhir gempa bumi sering terjadi di INDONESIA, salah satu provinsi yang sering terjadi gempa bumi yaitu provinsi Nusa Tenggara Timur. Gempa bumi yang sering terjadi mengakibatkan bangunan-bangunan gedung menjadi rusak karena terjadinya gempa dengan kekuatan yang besar. Gempa terjadi akibat adanya getaran yang terjadi di permukaan bumi akibat pelepasan energi dari dalam secara tiba-tiba yang menciptakan gelombang seismik. Salah satu gempa bumi yang kuat yang pernah terjadi di NTT yaitu gempa bumi Flores pada tahun 1992. Gempa bumi ini juga menyebabkan terjadinya tsunami dan menghancurkan rumah di pesisir pantai Flores dan gempa tersebut menyebabkan rusaknya bangunan-bangunan, seperti tempat tinggal, sekolah, tempat ibadah, dan bangunan lainnya. Sebagian bangunan – bangunan yang rusak merupakan bangunan dengan struktur bangunan jenis beton bertulang yang merupakan jenis struktur yang sering digunakan pada pembangunan di NTT. Teknologi base isolator merupakan teknologi yang digunakan untuk memperpanjang waktu getar struktur diluar frekuensi dominan gempa, sehingga gaya gempa yang diterima struktur beton bertulang menjadi lebih kecil. Untuk memperhitungkan gaya gempa yang terjadi digunakan analisis riwayat waktu (*Time History Analysis*). Pada analisis *time history* digunakan beberapa beban gempa dengan besaran *magnitude* dan frekuensi yang berbeda-beda untuk mendapatkan hasil dari penggunaan base isolator sebagai alat peredam gaya gempa. Struktur bangunan yang diteliti adalah struktur bangunan beraturan yang akan di analisis menggunakan aplikasi analisis struktur bangunan *ETABS 2016*.

2. Bahan dan Metode

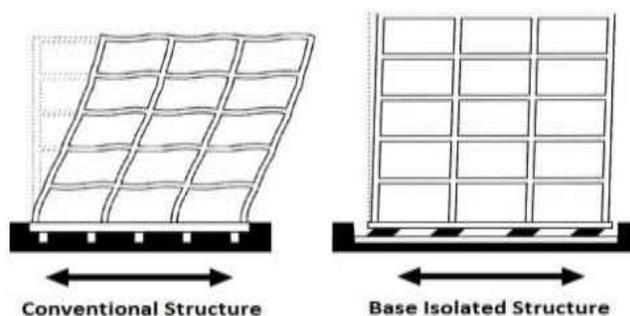
2.1 Base Isolator

Base isolator merupakan salah satu teknologi yang dibuat untuk menahan gaya gempa yang terjadi pada suatu bangunan. Prinsip utama cara kerja base isolator adalah memperpanjang waktu getar alami struktur diluar frekwensi dominan gempa sehingga gaya gempa yang diterima struktur bangunan menjadi lebih kecil. Pergerakan tanah yang terjadi bersifat acak sehingga struktur menerima getar yang tidak selaras, hal ini menyebabkan struktur bangunan yang bersifat kaku akan menjadi runtuh.



Gambar 1. Parameter untuk 2 DOF bangunan terisolasi.

Seismic Isolation merupakan bagian yang memisahkan struktur atas dan struktur bawah. Sehingga digunakan base isolator untuk meredam kekuatan gempa yang diterima oleh struktur bangunan.



Gambar 2. Model gedung yang tidak menggunakan dan menggunakan base isolator.

2.2 Jenis data

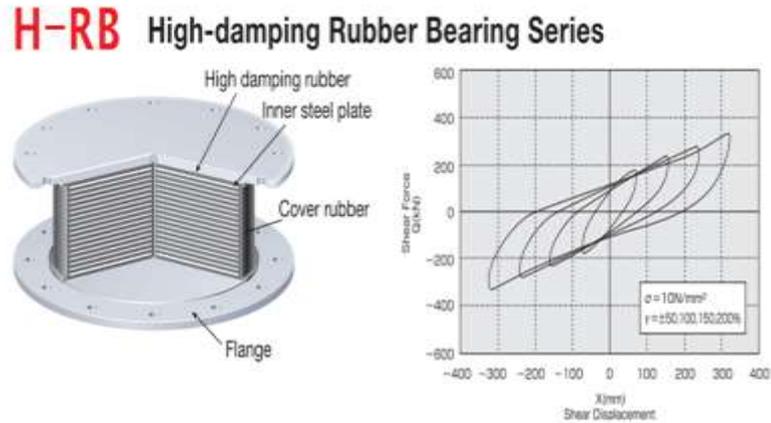
Jenis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah data primer dan data sekunder.

A. Data Primer yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Dimensi Struktur, yaitu kolom, balok, dan pelat lantai yang akan digunakan dalam penelitian.
2. Elevasi untuk setiap lantai pada gedung

B. Data Sekunder yang digunakan dalam penelitian ini yaitu :

1. Data sekunder yang digunakan dalam penelitian ini adalah prosedur perhitungan gedung tahan gempa dalam SNI-1729-2012, jenis beton bertulang menggunakan SNI-2847-2013
2. Data *base isolator* tipe HDR (High Damping Rubber)



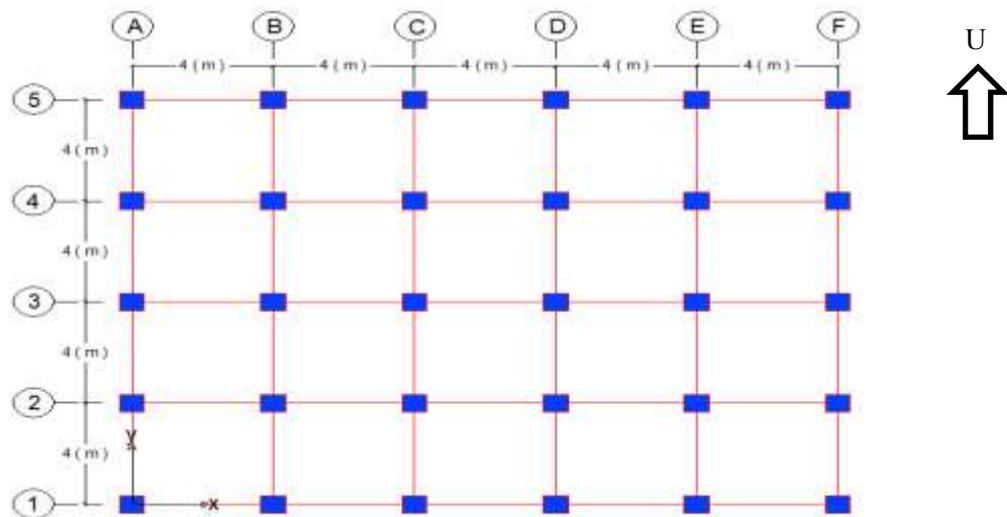
Gambar 3. Bentuk high-damping rubber bearing dan kurva cyclic test untuk shear force vs shear displacement

3. PBI 1983 untuk bangunan gedung
4. Data percepatan accelerogram gempa El Centro, Newhall, Corralt, dan Petrolia.

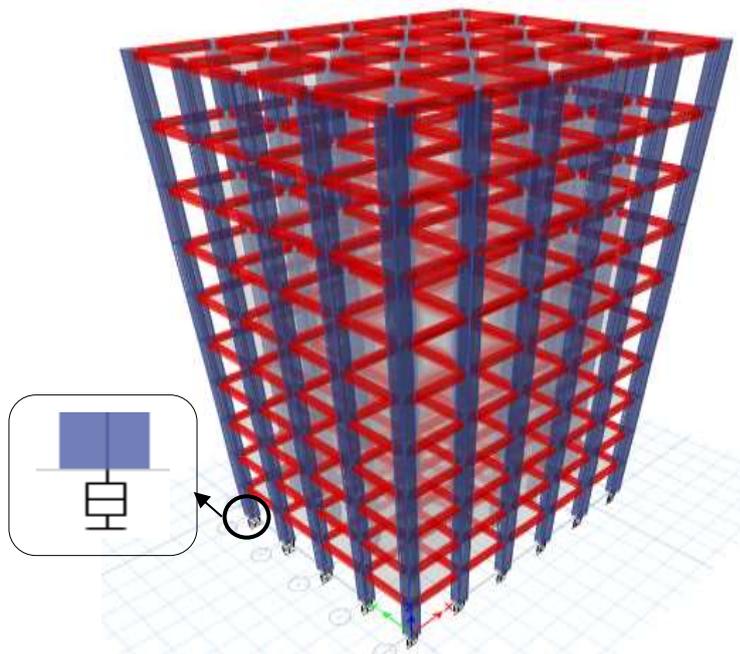
2.3 Analisis data

Berdasarkan data yang diperoleh, analisa data dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Pengumpulan data gempa *time history* yang diambil dari aplikasi ETABS 2016 dan dari Peer Strong Ground Motion Database
2. Pengumpulan data spesifik *base isolator* tipe HDR dari Brigstone Catalog
3. Pemodelan bentuk bangunan yang akan dianalisis.



Gambar 4. Denah bangunan



Gambar 5. Model 3d struktur bangunan

Tabel 1. Detail bangunan

No	Jenis Struktur	Dimensi
1	Kolom	700 mm x 700 mm
2	Balok	350 mm x 450 mm
3	Pelat lantai	t = 120 mm
4	Tinggi bangunan	40000 mm
5	Tinggi antar lantai	4000 mm
6	Jarak antar kolom	4000 mm

4. Menghitung dan menentukan jenis beban, yaitu beban mati beban hidup yaitu beban mati dihitung dari berat sendiri struktur dan beban hidup diambil dari PPIUG 1989.
5. Melakukan pemodelan struktur bangunan beraturan beton bertulang pada *ETABS* 2016.
6. Memasukan beban gempa, beban mati, dan beban hidup pada pemodelan struktur beton bertulang pada *ETABS* 2016.
7. Memasukan pemodelan base isolator pada hasil pemodelan struktur beraturan beton bertulang pada *ETABS* 2016, selanjutnya di *Run Analysis* untuk mendapat hasil kinerja displacement dan gaya dalam serta gaya geser dasar dari struktur tersebut.
8. Melakukan pemodelan struktur tanpa menggunakan base isolator, kemudian diberi beban gempa, mati, dan hidup kemudian di *Run Analysis* untuk mendapatkan hasil. Selanjutnya melakukan perbandingan hasil dari kedua pemodelan struktur tersebut.
9. Pengambilan kesimpulan didasarkan pada hasil analisis data dan pembahasan, yaitu dibuat kesimpulan sesuai dengan tujuan penelitian.

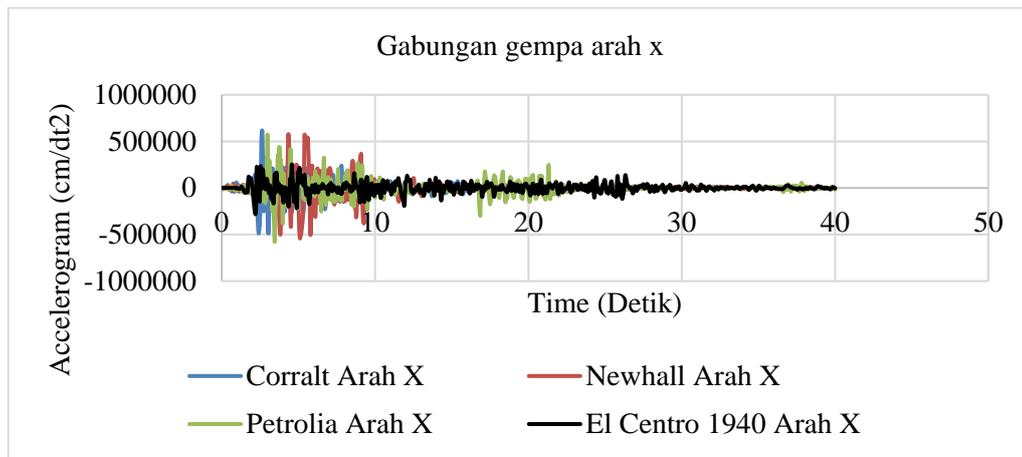
2.4 Metode Analisis

Dari hasil analisis menggunakan aplikasi Etabs, didapatkan data dan juga grafik analisis. Dari hasil data tersebut diambil data maksimum untuk hasil analisis akibat gempa arah x yaitu pada rentan

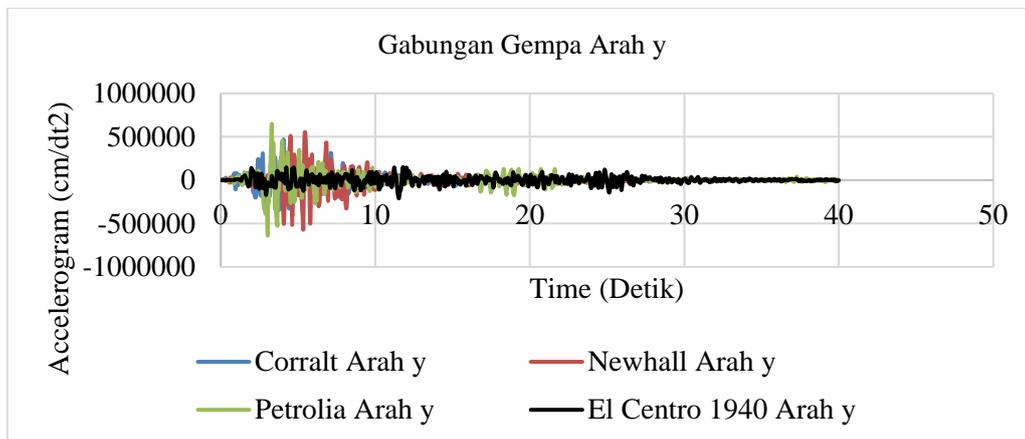
waktu 0-10 detik, 10,1-20 detik, 20,1-30 detik, 30,1-40 detik. Begitupun untuk data minimum hasil analisis akibat gempa arah y juga diambil pada rentan waktu yang sama dengan nilai maksimum atau akibat gempa arah x. Selanjutnya data dari tiap rentan waktu tersebut digabungkan dan dibuat menjadi satu grafik untuk mendapatkan grafik nilai base shear sesuai dengan waktu yang digunakan.

2.5 Data Percepatan gempa

Berikut adalah beberapa beban gempa yang digunakan dalam penelitian ini : Gempa El Centro 1940, Newhall, Corralt, Petrolia. Gempa El Centro terjadi pada tanggal 18 mei 1940 di Imperial Valley California Amerika Serikat, degan besaran manglitudu gempa 6,9. Gempa Newhall terjadi pada tanggal 17 Januari 1994 di Los Angeles Amerika Serikat, degan besaran manglitudu gempa 6,7. Gempa Corralt terjadi pada tanggal 17 oktober 1989 di Loma Prieta San Francisco, dengan manglitudu gempa 6,9. Gempa Petrolia terjadi pada tanggal 25 april 1992 di Petrolia California, dengan manglitudu gempa 7,1. Berikut adalah gambar gabungan data gempa arah x dan arah y.



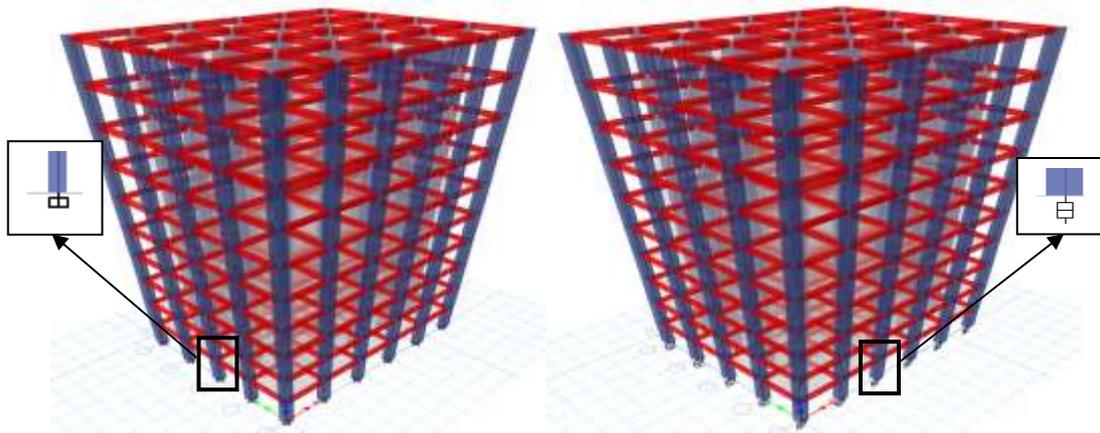
Gambar 6. Akselerogram gempa-gempa arah x



Gambar 7. Akselerogram gempa-gempa arah y

3. Hasil dan Pembahasan

Pada pemodelan struktur, akan dilakukan 2 pemodelan struktur yaitu struktur bangunan tanpa *Base Isolator* dan struktur bangunan dengan *Base Isolator*. *Base Isolator* dipasang pada bagian bawah struktur kolom bangunan, sehingga pada pemodelan struktur bangunan, *Base Isolator* dipasang pada bagian bawah struktur kolom tersebut.



Gambar 8. Pemodelan struktur bangunan tanpa base isolator dan pemodelan struktur bangunan dengan base isolator

Pada pemodelan ini panjang bangunan untuk arah x adalah 20 m dan untuk arah y adalah 16 m. Pemodelan gesung ini terdapat 10 lantai ditambah dengan lantai atap, untuk ketinggian atau elevasi dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Elevasi antar lantai bangunan

No	Story	Tinggi (m)	Elevasi (m)
1	Lantai 1/ Base	4	± 0
2	Lantai 2/ Story 1	4	+ 4
3	Lantai 3/ Story 2	4	+ 8
4	Lantai 4/ Story 3	4	+ 12
5	Lantai 5/ Story 4	4	+ 16
6	Lantai 6/ Story 5	4	+ 20
7	Lantai 7/ Story 6	4	+ 24
8	Lantai 8/ Story 7	4	+ 28
9	Lantai 9/ Story 8	4	+ 32
10	Lantai 10/ Story 9	4	+ 36
11	Lantai 11/ Story 10	4	+ 40

3.1 Data beban

Pada analisis struktur bangunan tanpa *base isolator* dan struktur dengan *base isolator* digunakan beban-beban seperti beban mati, beban hidup, dan beban gempa.

3.2 Beban mati

- Pembebanan pada lantai 2 sampai lantai 10 yaitu berat struktur pelat itu sendiri yang dihitung secara otomatis oleh aplikasi *ETABS 2016*
- Pembebanan pada balok lantai 2 sampai balok lantai 9 yaitu pembebanan akibat beban partisi kaca sebesar $1,0 \text{ kN/m}^2$
- Pembebanan pada balok lantai 10 yaitu berat struktur pelat itu sendiri yang dihitung secara otomatis oleh aplikasi *ETABS 2016*

3.3 Beban hidup

Pembebanan untuk beban hidup yaitu pada lantai 2 sampai lantai 9 sebesar $2,5 \text{ kN/m}^2$

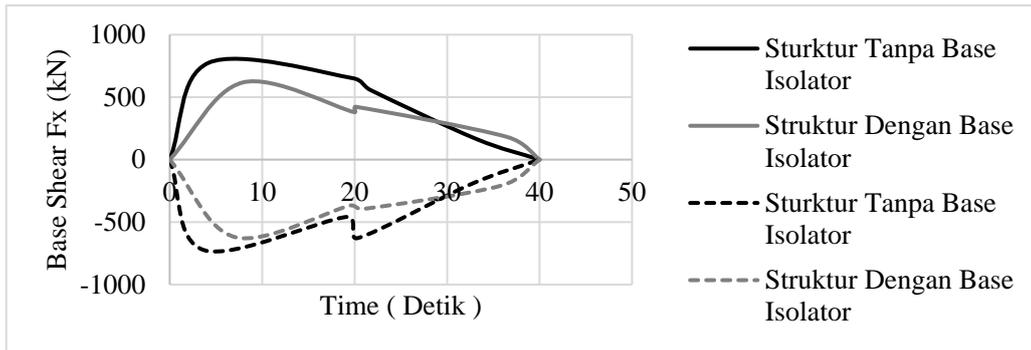
3.4 Kombinasi Pembebanan Untuk Struktur

Pada penelitian ini akan digunakan beberapa kombinasi beban yang diberikan oleh SNI 1726:2012 yaitu :

1. 1,4 D
2. 1,2 D + 1,6 L + 0,5 (Lr atau R)
3. 1,2 D + 1,0 E + L

3.5 Base shear akibat gempa el centro arah x

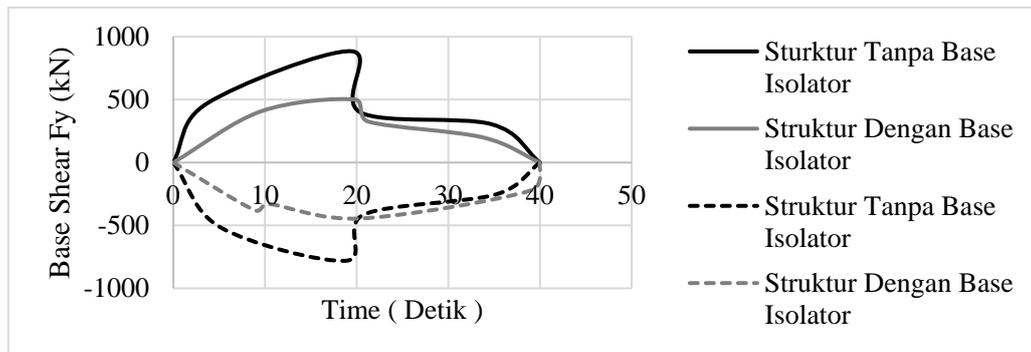
Berikut adalah hasil perbandingan nilai base shear terhadap akibat gempa El Centro arah x pada struktur bangunan tanpa menggunakan *base isolator* dan struktur bangunan dengan menggunakan *base isolator* dapat dilihat pada gambar grafik nilai base shear dibawah ini.



Gambar 9. Grafik base shear fx terhadap waktu akibat gempa el centro arah x

3.6 Base shear akibat gempa el centro arah y

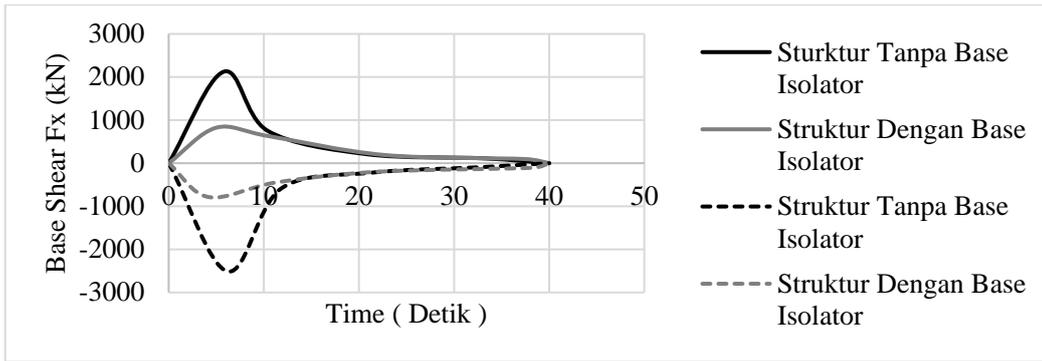
Perbandingan nilai base shear terhadap akibat gempa El Centro arah y pada struktur bangunan tanpa menggunakan *base isolator* dan struktur bangunan dengan menggunakan *base isolator* dapat dilihat pada gambar grafik nilai base shear dibawah ini.



Gambar 10. Grafik base shear fy terhadap waktu akibat gempa el centro arah y

3.7 Base shear akibat gempa newhall arah x

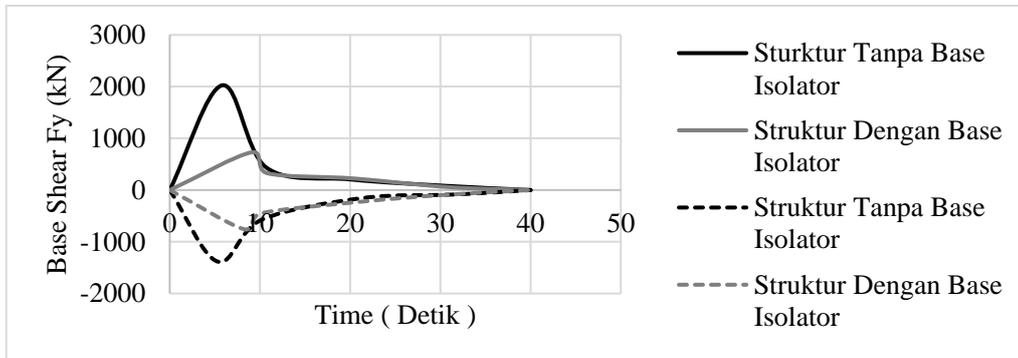
Perbandingan nilai base shear terhadap akibat gempa Newhall arah x pada struktur bangunan tanpa menggunakan *base isolator* dan struktur bangunan dengan menggunakan *base isolator* dapat dilihat pada gambar grafik nilai base shear dibawah ini.



Gambar 11. Grafik base shear fx terhadap waktu akibat gempa newhall arah x

3.8 Base shear akibat gempa newhall arah y

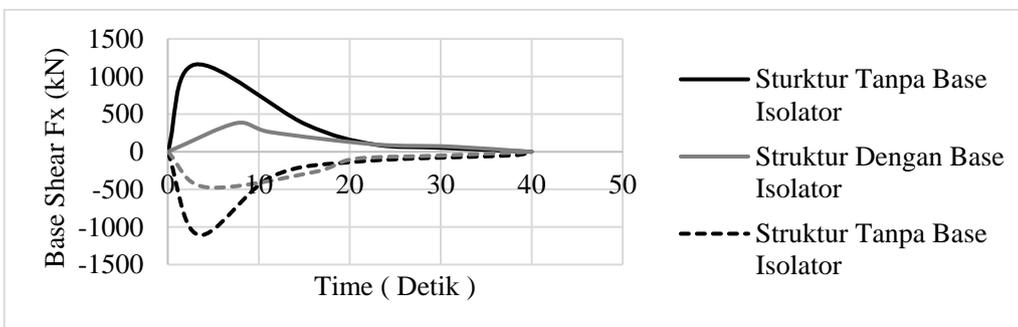
Perbandingan nilai base shear terhadap akibat gempa Newhall arah y pada struktur bangunan tanpa menggunakan *base isolator* dan struktur bangunan dengan menggunakan *base isolator* dapat dilihat pada gambar grafik nilai base shear dibawah ini.



Gambar 12. Grafik base shear fy terhadap waktu akibat gempa newhall arah y

3.9 Base shear akibat gempa corralt arah x

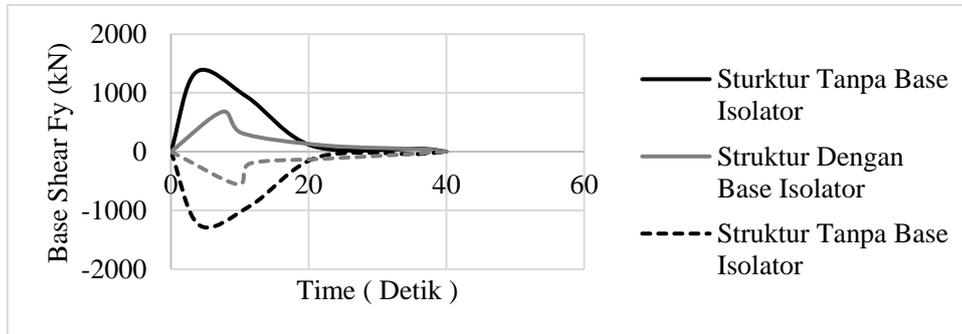
Perbandingan nilai base shear terhadap akibat gempa Corralt arah x pada struktur bangunan tanpa menggunakan *base isolator* dan struktur bangunan dengan menggunakan *base isolator* dapat dilihat pada gambar grafik nilai base shear dibawah ini.



Gambar 13. Grafik base shear fx terhadap waktu akibat gempa corralt arah x

3.10 Base shear akibat gempa corralt arah y

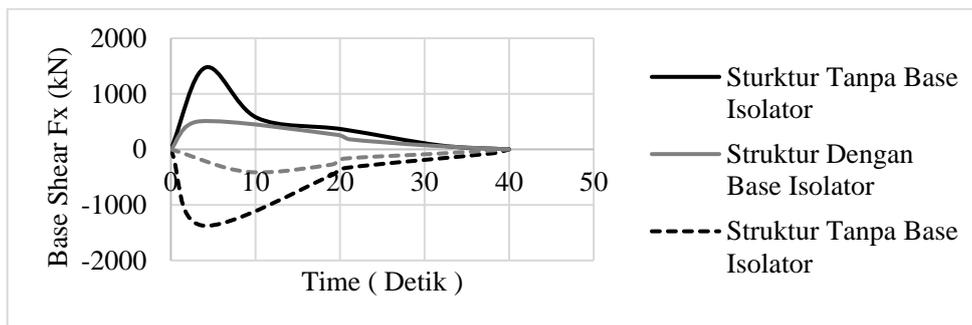
Perbandingan nilai base shear terhadap akibat gempa Corralt arah y pada struktur bangunan tanpa menggunakan *base isolator* dan struktur bangunan dengan menggunakan *base isolator* dapat dilihat pada gambar grafik nilai base shear dibawah ini.



Gambar 14. Grafik base shear fy terhadap waktu akibat gempa corralt arah y

3.11 Base shear akibat gempa petroliia arah x

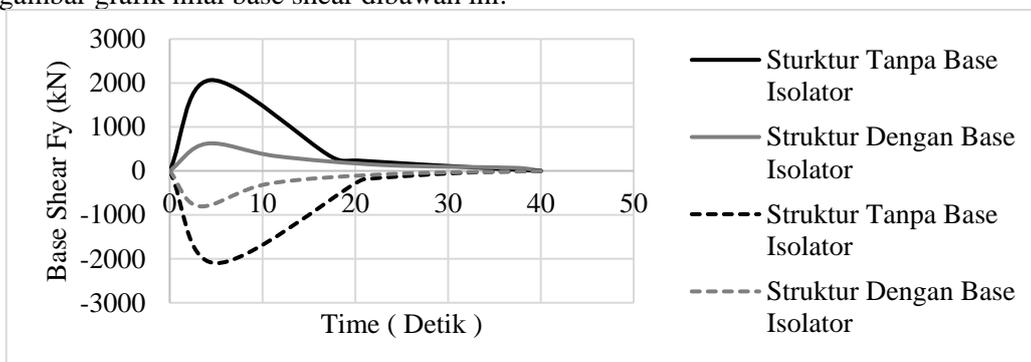
Perbandingan nilai base shear terhadap akibat gempa Petroliia arah x pada struktur bangunan tanpa menggunakan *base isolator* dan struktur bangunan dengan menggunakan *base isolator* dapat dilihat pada gambar grafik nilai base shear dibawah ini.



Gambar 15. Grafik base shear fx terhadap waktu akibat gempa petroliia arah x

3.13 Base shear akibat gempa petroliia arah y

Perbandingan nilai base shear terhadap akibat gempa Petroliia arah y pada struktur bangunan tanpa menggunakan *base isolator* dan struktur bangunan dengan menggunakan *base isolator* dapat dilihat pada gambar grafik nilai base shear dibawah ini.



Gambar 16. Grafik base shear fy terhadap waktu akibat gempa petroliia arah y

Dari hasil analisis struktur bangunan tanpa menggunakan *base isolator* dan struktur bangunan dengan menggunakan *base isolator* didapatkan hasil base shear dari kedua pemodelan struktur tersebut. Berikut adalah tabel rekap reduksi base shear terhadap struktur akibat beban gempa yang bekerja pada struktur.

Tabel 3. Reduksi nilai base shear akibat penggunaan base isolator pada struktur akibat gempa-gempa arah x

Beban Gempa	Struktur Tanpa Base Isolator		Struktur Dengan Base Isolator		Reduksi (%)	
	Base Shear (kN), Arah Gempa		Base Shear (kN), Arah Gempa		Timur	Barat
	Timur	Barat	Timur	Barat		
El Centro Arah x	774,725	-724,158	617,584	-621,102	20,283	14,231
Newhall Arah x	2124,101	-2512,345	823,378	-786,18	61,236	68,707
Corralt Arah x	1159,304	-1105,436	382,615	-470,616	66,996	57,427
Petrolia Arah x	1472,779	-1370,435	504,16	-405,686	65,768	70,397

Tabel 4. Reduksi nilai base shear akibat penggunaan base isolator pada struktur akibat gempa-gempa arah y

Beban Gempa	Struktur Tanpa Base Isolator		Struktur Dengan Base Isolator		Reduksi (%)	
	Base Shear (kN), Arah Gempa		Base Shear (kN), Arah Gempa		Selatan	Utara
	Selatan	Utara	Selatan	Utara		
El Centro Arah y	884,821	-780,452	500,584	-444,492	43,425	43,047
Newhall Arah y	2025,629	-1382,932	730,618	-760,618	63,931	45,000
Corralt Arah y	1356,884	-1248,903	679,893	-557,338	49,893	55,374
Petrolia Arah y	2065,744	-2099,69	619,943	-804,986	69,989	61,662

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis struktur bangunan tanpa menggunakan *base isolator* dan struktur bangunan dengan menggunakan *base isolator* akibat beban gempa yang bekerja pada kedua pemodelan struktur tersebut didapatkan hasil penggunaan *base isolator* tipe (*HDR*) *Certification Number MVBR-0516 (XO.3R)* mereduksi base shear akibat gempa-gempa arah x dan arah y. Untuk gempa arah x *base isolator* mereduksi base shear yaitu sekitar 20%-67% untuk gempa ke arah bagian timur sedangkan untuk gempa arah bagian barat, yaitu sekitar 14%-70,5%. Sedangkan untuk gempa arah y *base isolator* mereduksi base shear yaitu sekitar 43%-70% untuk gempa ke arah bagian selatan sedangkan untuk gempa arah bagian utara, yaitu sekitar 43%-62%.

4.1 Saran

1. Untuk pemodelan struktur sebaiknya dipakai gedung yang nyata atau gedung yang sudah ada, agar hasilnya lebih bagus, dan juga pemilihan gedung tidak semua harus yang struktur beraturan tetapi juga struktur dengan tidak beraturan.

2. Data gempa time history bisa dipakai lebih banyak dengan besaran gempa dan waktu getar struktur yang berbeda-beda, agar bisa dilakukan perbandingan dari gempa-gempa tersebut.
3. Untuk beban gempa pada metode analisis yang dipakai pada penelitian ini bisa ditambah dengan beban gempa yang lain, dan hasilnya dibandingkan dengan beban gempa yang dipakai pada penelitian ini.
4. Pemilihan jenis *base isolator* bisa dipakai dengan jenis yang berbeda seperti LRB (*Laminated Rubber Lead Containing Bearing*) dan NRB (*Natural Rubber Bearing*) sehingga bisa dilihat jenis mana yang tepat untuk beban gempa yang dipakai.
5. Sebaiknya untuk analisis digunakan beban-beban gempa lokal.

Daftar Pustaka

- Azizz Dwi Wicaksono, E. W. (2017). Modifikasi Perencanaan Gedung RSUD Koja Jakarta Menggunakan Struktur Komposit Baja-Beton Dengan Base Isolator : High Damping Rubber Bearing. *JURNAL, Teknik SIPIL ITS Vol. 6, No. 2 (2017) ISSN: 2337-3539 (2301-9271)*, 98-103.
- Bridgestone. (t.thn.). "Seismic Isolation Product Line-up, High Damping Rubber Bearing, Lead Rubber Bearing, Natural Rubber Bearing, Elastic Sliding Bearing". https://www.bridgestone.com/products/diversified/antiseismic_rubber/ (accessed January 20, 2020).
- Database, P. G. (2020). <https://ngawest2.berkeley.edu> . (accessed, Februari 03, 2020).
- Efri Dwiyanto, B. E. (2017). Analisis Dinamik Struktur Bangunan Gedung Yang Menggunakan Sistem Seismic Isolation Lead Rubber Bearing. *JRSDD, Edisi Desember, Vol 5, No. 4*, 1-11.
- Farzad Naeim, J. M. (1999). *Design Of Seismic Isolated Structures*. California.
- Fitry Hasdanita, M. A. (2018). Analisis Pushover Terhadap Reson Struktur Denga Menggunakan Base Isolator. *Jurnal Arsip Rekayasa Sipil dan Perencanaan 1 (1): 169-178 (2018)*, 169-178.
- Herlien D. Setio, D. K. (2021). Pengembangan Sistem Isolasi Seismik Pada Stuktur Bangunan Yang Dikenai Beban Gempa Sebagai Slusi Untuk Membatasi Respon Struktur. *Vol 19 No 1*, 1-14.
- Miftah Hazmi, R. M. (2011). Perbandingan Kinerja Struktur Yang Menggunakan Base Isolator Dengan Tanpa Base Isolator Dengan Analisis Beban Dorong (Pushover) . *Proceeding PESAT Universitas Gunadarma - Depok 18 - 19 Oktober 2011 Vol. 4* , 13.
- Muliadi, M. A. (2017). Analisis Simpangan Antar Lantai Pada Bangunan Menggunakan Base Isolator Di Wilayah Gempa. *UNSYLAH, Darussalam Banda Aceh, Vol.3 No. 4 April 2017* , 25-34.
- Rezky Rendra, A. K. (2015). Kinerja Struktur Akibat Beban Gempa Dengan Metode Respon Spektrum Dan Time History. *Annual Civil Engineering, Pekanbaru ISBN: 978-979-792-636-6*, 153-160.