

ANALISA PERILAKU STRUKTUR GEDUNG BERTINGKAT YANG MENGGUNAKAN *BASE-ISOLATION SYSTEMS*

Tari Nurseptiani

Universitas Mercu Buana

Email: tarinurseptiani@gmail.com

Abstrak

Indonesia adalah wilayah rawan gempa bumi, yang dapat menyebabkan runtuhnya bangunan dan korban. Sehingga, bangunan harus dirancang tahan gempa. Penggunaan sistem perlindungan bangunan terhadap gempa selain dinding geser adalah *base isolation*, menurut *base isolation* adalah sistem perlindungan yang mengurangi efek gempa dengan memisahkan struktur dari tanah yang bergerak selama terjadinya gempa, sehingga dapat mengurangi pergeseran struktur dan percepatan lantai. Dalam penelitian ini penulis mengembangkan penelitian dari (Nurseptiani, 2020) yaitu dengan mengganti dinding geser menjadi *base isolation* guna mendapatkan respon struktur yang lebih baik. Metoda yang digunakan adalah analisis perancangan yang bertujuan mengetahui perilaku struktur dan keefektifan *base isolation* pada gedung berlantai banyak, serta menggunakan struktur tiga dimensi pada program ETABS. Dengan hasil penelitian, perioda struktur yang dihasilkan menggunakan *base isolation* mengalami peningkatan sebesar 5,565 detik dibandingkan dengan *fixed base* dan dinding geser yaitu sebesar 4,813 dan 2,953 detik. Hal ini juga terjadi pada struktur sederhana dari 0,22 detik menjadi 1,017 detik dengan *base isolation*. Bentuk ragam yang dihasilkan memiliki perbedaan antara struktur *base isolation*, *fixed base* dan dinding geser, hal ini juga terjadi pada struktur sederhana. Nilai gaya geser dasar yang dihasilkan pada struktur *base isolation* mengalami penurunan paling besar sekitar 58,09 % dibandingkan dengan dinding geser hanya sebesar 25,88 %. Nilai simpangan antar lantai yang dihasilkan menggunakan *base isolation* mengalami penurunan dan nilainya paling kecil. Berdasarkan *sample* hasil nilai gaya normal, geser dan momen, *base isolation* memiliki nilai yang paling kecil, sehingga dari beberapa point tersebut, dapat dinyatakan *base isolation* lebih efektif dibandingkan dengan dinding geser.

Kata kunci: Gempa Bumi, Bangunan Bertingkat, Struktur Rangka, Dinding Geser, Base Isolator.

Abstract

Indonesia is an earthquake-prone region, which can lead to collapse of buildings and casualties. Thus, the building must be designed to withstand earthquakes. The use of building protection systems against earthquakes other than shear walls is base isolation, according to base isolation is a protection system that reduces the

How to cite:	Tari Nurseptiani (2023) Analisa Perilaku Stuktur Gedung Bertingkat yang Menggunakan Base-Isolation Systems, (8) 10, http://dx.doi.org/10.36418/syntax-literate.v6i6
E-ISSN:	2548-1398
Published by:	Ridwan Institute

effects of earthquakes by separating structures from the ground that moves during an earthquake, so as to reduce structural shifts and floor acceleration. In this study, the author developed a study from (Nurseptiani, 2020), namely by replacing the shear wall into base isolation to get a better structural response. The method used is a design analysis that aims to determine the behavior of the structure and the effectiveness of base isolation in multi-storey buildings, as well as using three-dimensional structures in the ETABS program. With the results of the reaserch, the period of the structure produced using base isolation increased by 5.565 seconds compared to fixed base and shear walls is 4.813 and 2.953 seconds. This also occurs in simple structures from 0.22 seconds to 1.017 seconds with base isolation. The resulting variety shape has a difference between the base isolation, fixed base and shear wall structures, this also happens with simple structures. The value of the base shear force generated in the base isolation structure experienced the greatest decrease of about 58.09% compared to the shear wall by only 25.88%. The deviation value between floors produced using base isolation has decreased and the value is the smallest. Based on the sample results of normal, shear and moment force values, base isolation has the smallest value, so from some of these points, it can be stated that base isolation is more effective than shear walls.

Keywords: Earthquakes, Highrise Buildings, Fixed Base, Shear Walls, And Base Isolation

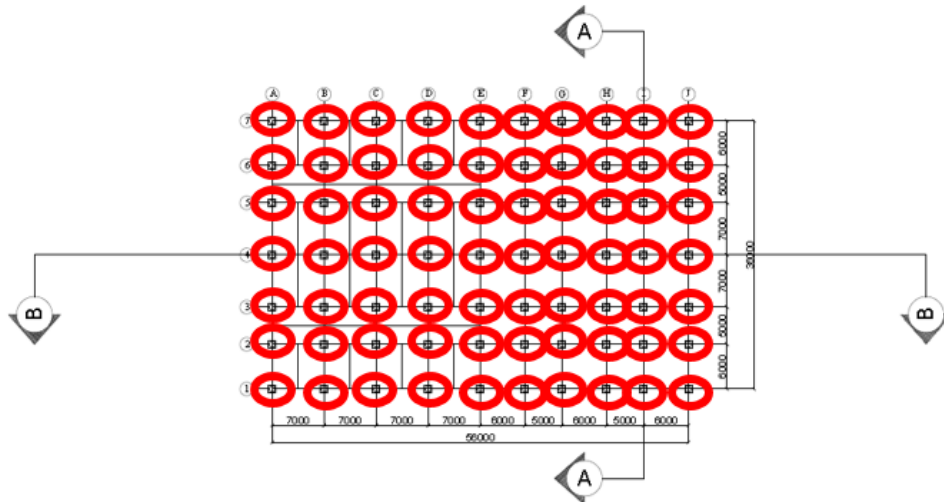
Pendahuluan

Di Indonesia sering terjadi gempa bumi. Gempa bumi dapat menimbulkan akibat yang cukup parah terhadap kondisi struktur bangunan yaitu berupa kerusakan non-struktural (seperti kerusakan dinding, langit-langit, pintu, dll) dan kerusakan struktural (seperti balok dan kolom), hingga terjadinya keruntuhan struktur sehingga dapat menimbulkan korban jiwa. Penggunaan sistem perlindungan bangunan terhadap gempa bumi selain menggunakan dinding geser adalah dengan menggunakan base isolation, dikarenakan menurut (Naeim & Kelly, 1999) base isolation adalah sistem perlindungan yang mengurangi efek gempa bumi dengan memisahkan struktur dari tanah yang bergerak selama terjadi gempa.

Pada penelitian (Samsya, 2017) sistem ini memisahkan bangunan atau struktur dari komponen horizontal pergerakan tanah dengan menyisipkan bahan isolation dengan kekakuan horizontal yang relative kecil antara bangunan atas dengan bangunan bawah (pondasi). Akibatnya, percepatan gempa yang bekerja pada bangunan menjadi lebih kecil. Menurut (Budiono & Farissi, 2013), dengan menempatkan struktur pada sistem isolasi dasar, akan mencegah percepatan gempa horizontal yang ditransfer ke struktur. Hal ini dapat menghasilkan pengurangan yang signifikan pada percepatan lantai dan simpangan antar lantai. Dalam penelitian (Nurseptiani, 2020) mengenai kajian tinggi efektif dinding geser pada bangunan tinggi 21 lantai dengan ketidak-beraturan vertikal didapatkan hasil bahwa tinggi efektif dinding geser terbatas hingga lantai 9. Karena itu, penggunaan dinding geser dari lantai 10 ke atas dipandang tidak terlalu diperlukan.

Dalam penelitian ini, penulis mengembangkan penelitian dari (Nurseptiani, 2020) dengan menduga bahwa penggunaan base isolation lebih efektif dibanding penggunaan dinding geser pada struktur gedung berlantai banyak, khususnya pada struktur 21 lantai. Dimana gedung dengan denah pada gambar 1, selanjutnya akan diberi base isolation pada titik-titik pertemuan antara Sumbu A hingga sumbu J dengan Sumbu 1 hingga Sumbu 7.

Dengan demikian, pada gedung tersebut ditambahkan sebanyak 70 buah base isolation. Pada gedung dengan base isolation ini, tidak lagi digunakan dinding geser.



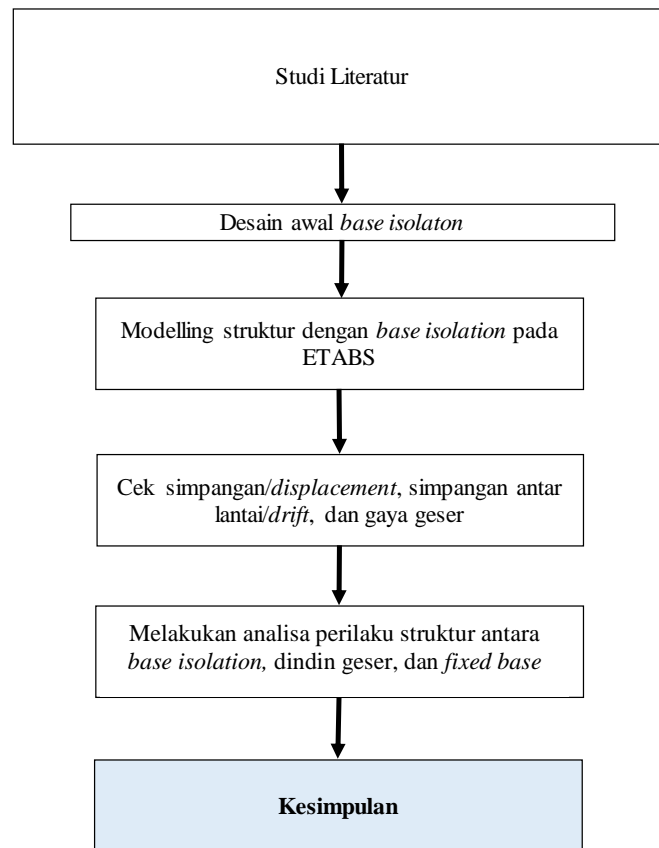
Gambar 1
Denah titik *base isolation*

Metode Penelitian

Metode penelitian ini menggunakan metode analisis perancangan yang difokuskan untuk mengetahui perilaku struktur dan keefektifan penggunaan *base isolation* pada gedung berlantai banyak. Analisis pada penelitian ini adalah analisis struktur tiga dimensi dengan program ETABS dengan detail sebagai berikut:

1. Analisis struktur sederhana dengan *base isolation*
2. Evaluasi terhadap rujukan yang terkait dengan penggunaan *base isolation*
4. Analisis struktur dengan *fixed base*, dinding geser, tanpa *base isolation*
5. Analisis struktur dengan *base isolation*

Dengan teknik pengumpulan data yang pertama dengan melakukan studi literatur, kemudian *modelling* struktur menggunakan *design base isolation* dengan ETABS, lalu melakukan pengecekan kekuatan dan kekakuan dari *modelling* yang dibuat, langkah selanjutnya melakukan perbandingan analisa perilaku struktur yang didapat dan kemudian buat kesimpulan dari hasil yang didapat. Dapat digambarkan melalui flowchart pada gambar 2.



Gambar 2
Flow diagram

Dengan spesifikasi ukuran *desaign base isolation* yang digunakan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1 Spesifikasi ukuran *desaign base isolation*

<i>Base isolation</i>	Satuan	Tengah	Pinggir
Point		34	43
Total titik (n)		40	30
W	kN	16678,3	13715,2
massa = $\frac{W}{g}$	kN.m/s ²	1700,13	13171
Modulus Geser (G _A)	MN/m	0,62	0,62
$K_{awal} = \frac{W}{g} \times \left(\frac{2\pi}{T}\right)^2$	kN/m	322,01	264,8
$A_{awal} = \frac{K_{awal} \times t_r}{G_A}$	m ²	0,1662	0,136
$D_{min} = \sqrt{\frac{4 \times A_{awal}}{\pi}}$	m	0,46013	0,41726
D _{rencana}	m	4	4
$A_{rencana} = \frac{1}{4} \times \pi \times D^2$	m ²	12,56	12,56
$K_{eff} = \frac{A \times G_A}{t_r}$	kN/m	24335	24335

Metode penelitian yang digunakan dalam pemecahan permasalahan termasuk metode analisis. Keterangan gambar diletakkan menjadi bagian dari judul gambar (*figure caption*) bukan menjadi bagian dari gambar. Metode-metode yang digunakan dalam penyelesaian penelitian dituliskan di bagian ini.

Hasil dan Pembahasan

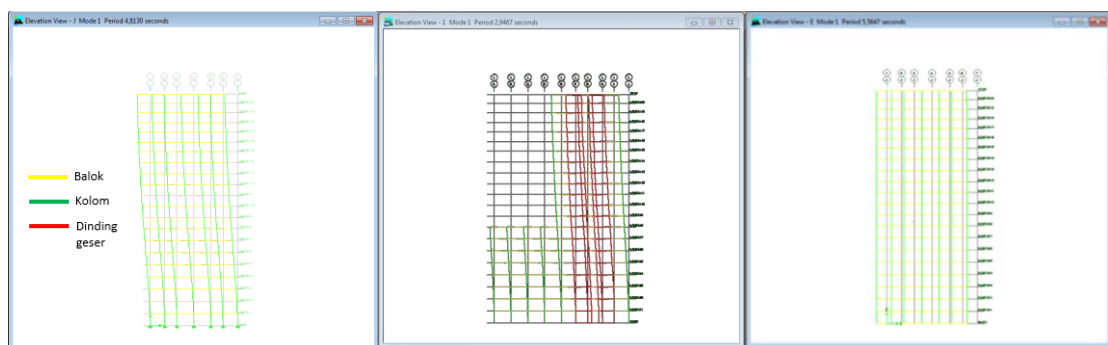
a Ragam Partisi Massa

Perioda struktur bertingkat banyak pada *fixed base* memiliki perioda sebesar 4,813 detik, dominan translasi arah y dengan nilai sebesar 52,887 %, pada dinding geser perioda yang dihasilkan sebesar 2,953 detik, dominan pada translasi arah x dengan nilai 65,746 %, dan dengan menggunakan *base isolation* memiliki nilai perioda sebesar 5,565 detik, dominan pada translasi arah y dengan nilai sebesar 74,552% (lihat tabel 2).

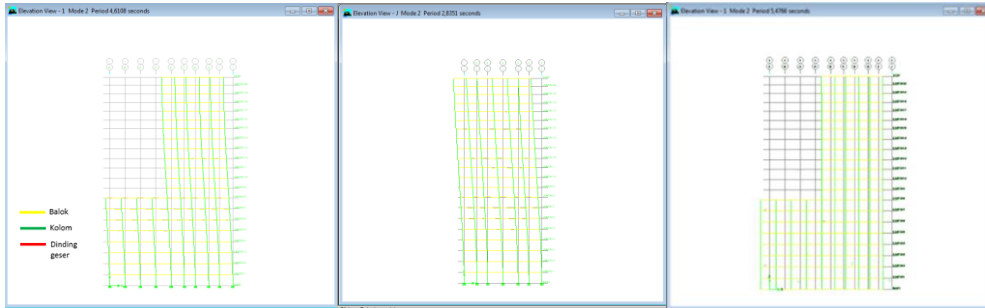
Tabel 2 Ragam partisi massa pada struktur bangunan bertingkat banyak (*Fixed Base*, Dinding Geser dan *Base isolation*)

Mode	Perioda <i>Fixed Base</i> (detik)	UX (%)	UY (%)	UZ (%)	Perioda Dinding Geser (detik)	UX (%)	UY (%)	UZ (%)	Perioda <i>Base isolation</i> (detik)	UX (%)	UY (%)	UZ (%)
1	4,813	0,000	52,887	20,197	2,953	65,746	0,000	0,000	5,565	0,000	74,552	9,673
2	4,611	65,230	0,000	0,000	2,838	0,000	58,388	7,268	5,477	82,546	0,000	0,000
3	3,039	0,000	9,468	34,608	1,888	0,000	3,968	56,128	3,286	0,000	10,387	50,484
4	1,793	16,720	0,000	0,000	0,993	17,102	0,000	0,000	2,296	14,382	0,000	0,000
5	1,660	0,000	17,727	11,573	0,915	0,000	17,096	4,631	2,216	0,000	12,725	2,352
6	1,523	0,000	1,304	12,645	0,704	0,000	2,780	13,248	1,591	0,000	0,108	18,577
7	1,006	3,940	0,000	0,000	0,499	5,522	0,000	0,000	1,238	2,383	0,000	0,000
8	0,874	0,000	2,476	0,451	0,395	0,000	6,240	1,340	1,122	0,000	1,871	0,135
9	0,856	0,000	1,164	2,644	0,342	0,000	0,309	6,499	0,882	0,000	0,000	4,037
10	0,668	3,555	0,000	0,000	0,324	3,871	0,000	0,000	0,875	0,546	0,000	0,000
11	0,570	0,000	2,582	0,389	0,284	0,000	2,044	0,365	0,779	0,000	0,288	1,030
12	0,545	0,000	1,302	4,334	0,238	1,705	0,000	0,000	0,610	0,000	0,000	7,569

Dari data tabel 2 bahwa nilai perioda (mode 1) pada *base isolation* yang dominan pada translasi arah y dan memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan pada dinding geser yang dominan pada translasi arah x (dapat dibuktikan pada gambar 3) . Hal ini juga terjadi pada struktur sederhana yang menggunakan *base isolation* memiliki perioda lebih besar dibandingkan tanpa *base isolation*, dan memiliki perubahan ragam sebagai berikut:

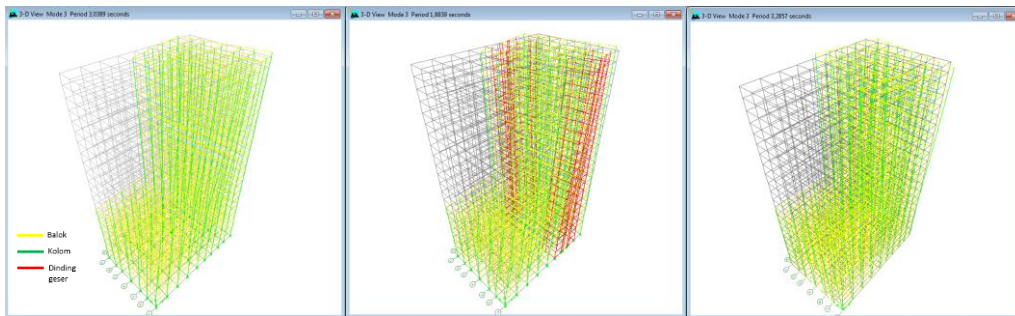


Gambar 3
Bentuk ragam 1 (mode 1) pada struktur gedung bertingkat banyak menggunakan fixed base (kiri), dinding geser (tengah) dan base isolation (kanan)



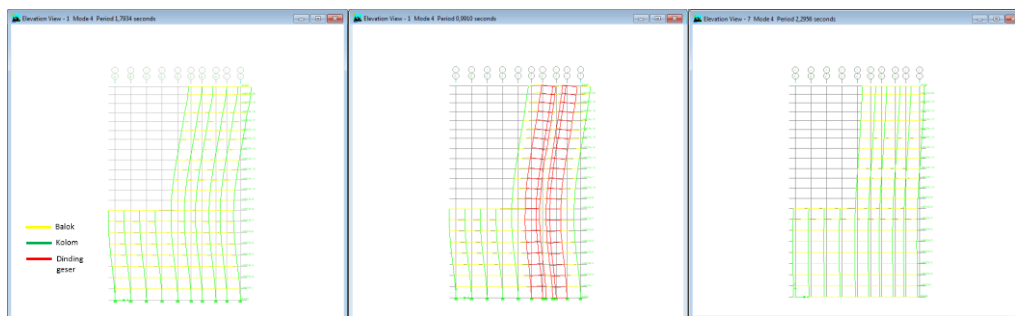
Gambar 4

Bentuk ragam 2 (mode 2) pada struktur gedung bertingkat banyak menggunakan fixed base (kiri), dinding geser (tengah) dan base isolation (kanan)



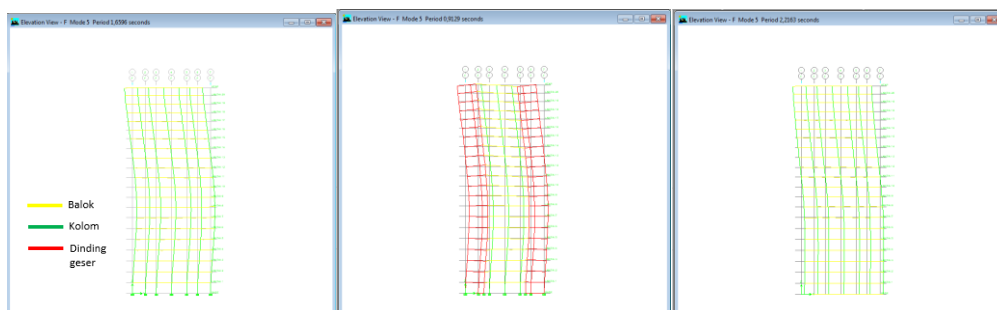
Gambar 5

Bentuk ragam 3 (mode 3) pada struktur gedung bertingkat banyak menggunakan dinding geser (kiri) & menggunakan base isolation (kanan)



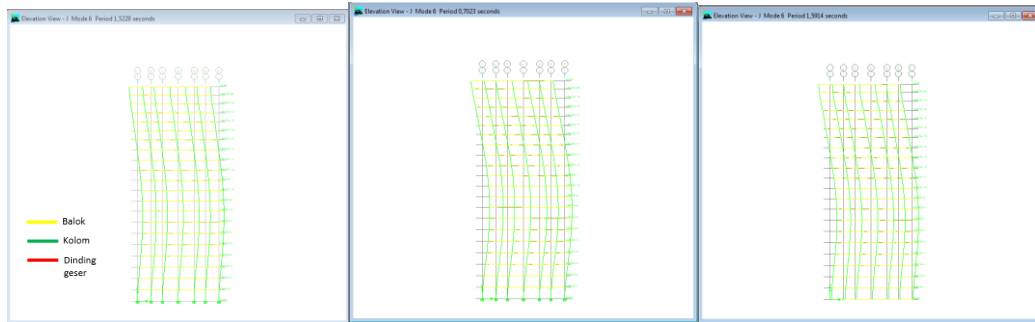
Gambar 6

Bentuk ragam 4 (mode 4) pada struktur gedung bertingkat banyak menggunakan fixed base (kiri), dinding geser (tengah) dan base isolation (kanan)



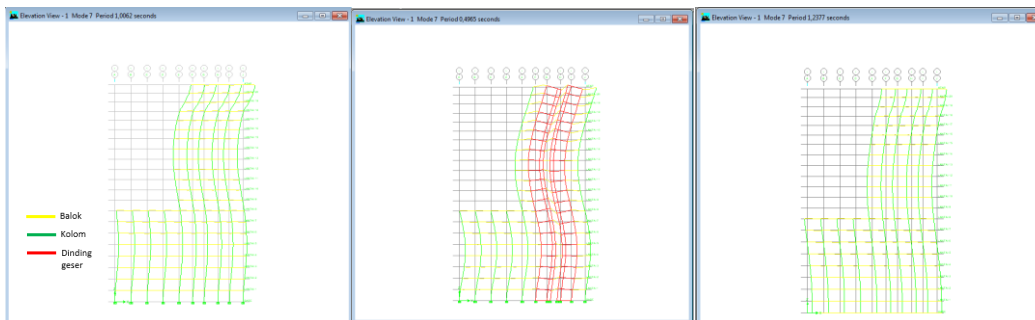
Gambar 7

Bentuk ragam 5 (mode 5) pada struktur gedung bertingkat banyak menggunakan fixed base (kiri), dinding geser (tengah) dan base isolation (kanan)



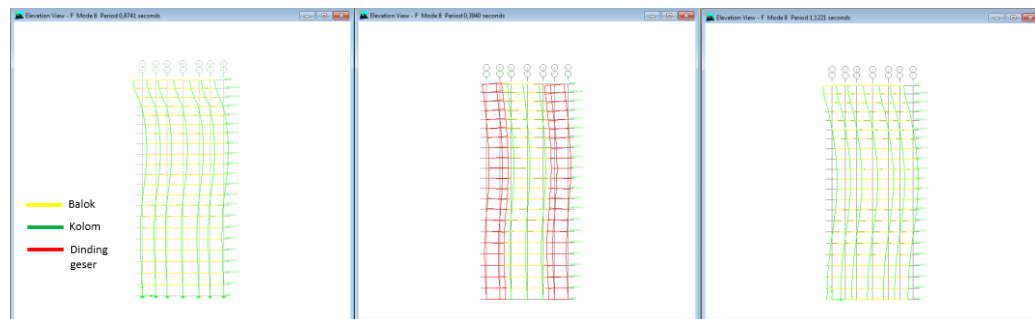
Gambar 8

Bentuk ragam 6 (mode 6) pada struktur gedung bertingkat banyak menggunakan *fixed base* (kiri), *dinding geser* (tengah) dan *base isolation* (kanan)



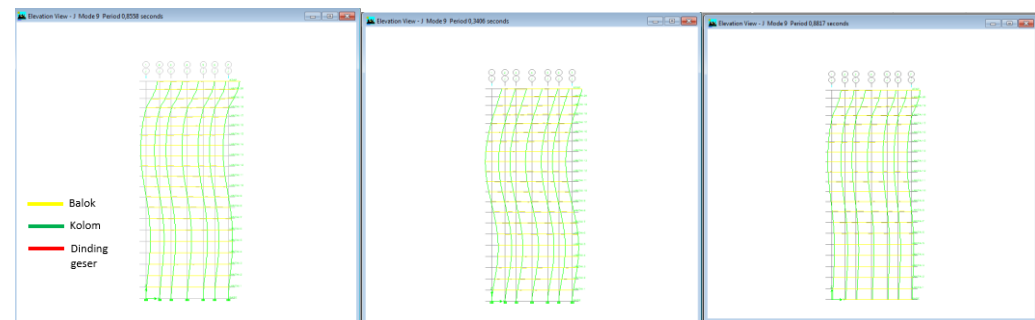
Gambar 9

Bentuk ragam 7 (mode 7) pada struktur gedung bertingkat banyak menggunakan *fixed base* (kiri), *dinding geser* (tengah) dan *base isolation* (kanan)



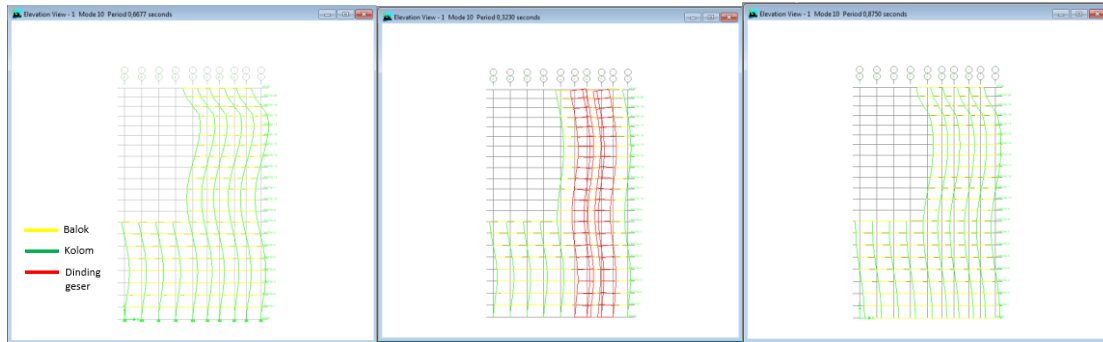
Gambar 10

Bentuk ragam 8 (mode 8) pada struktur gedung bertingkat banyak menggunakan *fixed base* (kiri), *dinding geser* (tengah) dan *base isolation* (kanan)



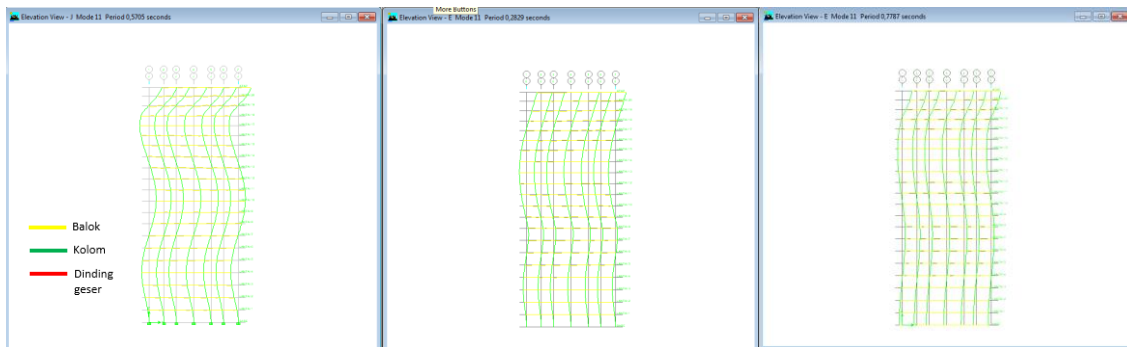
Gambar 11

Bentuk ragam 9 (mode 9) pada struktur gedung bertingkat banyak menggunakan *fixed base* (kiri), *dinding geser* (tengah) dan *base isolation* (kanan)



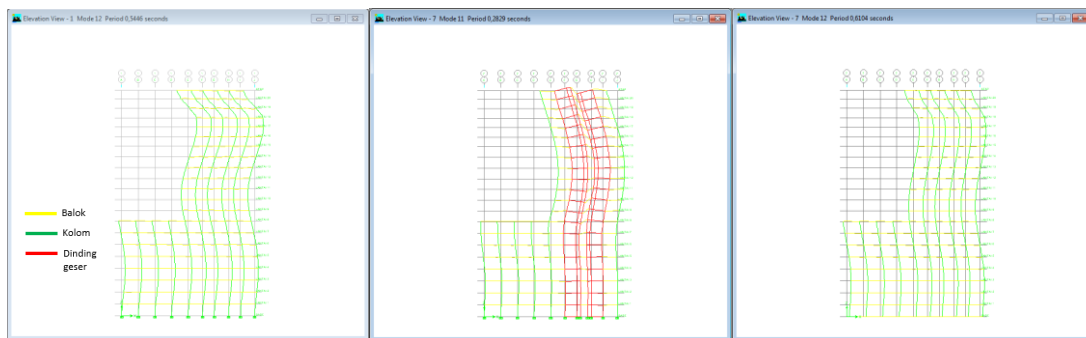
Gambar 12

Bentuk ragam 10 (mode 10) pada struktur gedung bertingkat banyak menggunakan *fixed base* (kiri), dinding geser (tengah) dan *base isolation* (kanan)



Gambar 13

Bentuk ragam 11 (mode 11) pada struktur gedung bertingkat banyak menggunakan *fixed base* (kiri), dinding geser (tengah) dan *base isolation* (kanan)



Gambar 14

Bentuk ragam 12 (mode 12) pada struktur gedung bertingkat banyak menggunakan dinding geser (kiri) & menggunakan *base isolation* (kanan)

Berdasarkan gambar 3 sampai dengan 14 bahwa menggunakan *base isolation* memiliki perbedaan perubahan ragam struktur dengan dinding geser khususnya ragam struktur 1 - 3 , yaitu bentuk ragamnya pada struktur yang menggunakan *fixed base*, dinding geser semakin ke atas semakin membesar, sedangkan struktur yang menggunakan *base isolation* bentuk ragamnya paling besar berada di bawah dan semakin atas perubahan bentuknya tidak terlalu signifikan.

Setiap modenya memiliki nilai perioda yang lebih besar saat menggunakan *base isolation* dibandingkan dengan *fixed base* dan dinding geser, sedangkan nilai perioda yang menggunakan dinding geser setiap periodanya lebih kecil dibandingkan *fixed base*

dan *base isolation*. Oleh karena itu, ragam struktur 1 – 3 sangat diperhatikan ketika mendesain struktur dengan menggunakan *base isolation*.

b Gaya Geser Dasar

Berikut hasil gaya geser dasar yang dihasilkan pada dinding geser dan *base isolation* hasil keluar *software* ETABS (Lihat Tabel 3).

Tabel 3 Nilai gaya geser dasar pada struktur gedung bertingkat banyak

Keterangan	<i>Fixed Base</i>	Dinding Geser	<i>Base isolation</i>
	kN	kN	kN
Gaya Geser Dasar	20970,050	15542,265	8788,864

Dari tabel 3 bahwa gaya geser dasar yang dihasilkan pada struktur yang menggunakan *base isolation* mengalami penurunan nilai gaya geser dasar sekitar 58,09 % dibandingkan dengan dinding geser yang hanya mengalami penurunan gaya geser dasar sebesar 25,88 %.

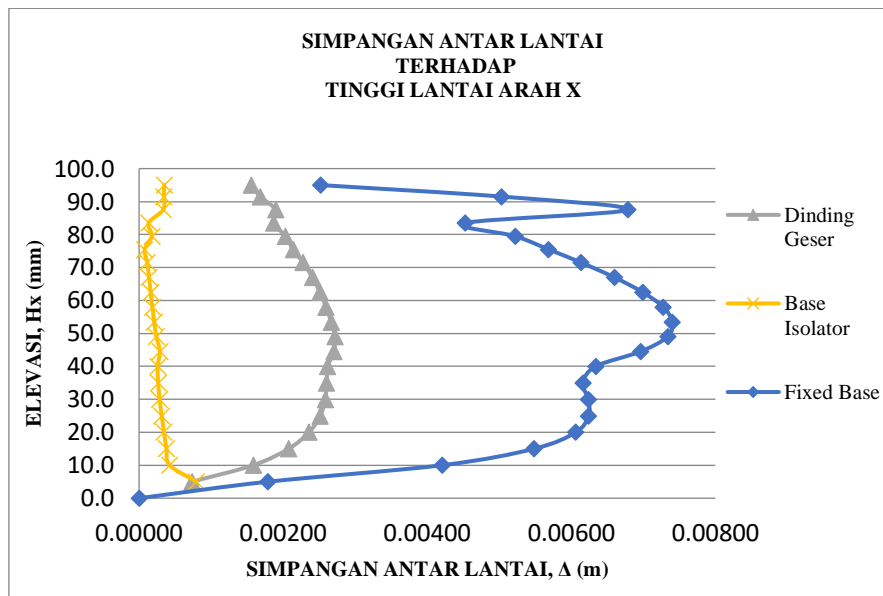
c Story Drift dan Displacement

Berikut rekapitulasi perbandingan nilai *story drift* (lihat tabel 4) dan *displacement* (lihat tabel 5) antara *fixed base*, dinding geser dan *base isolation*.

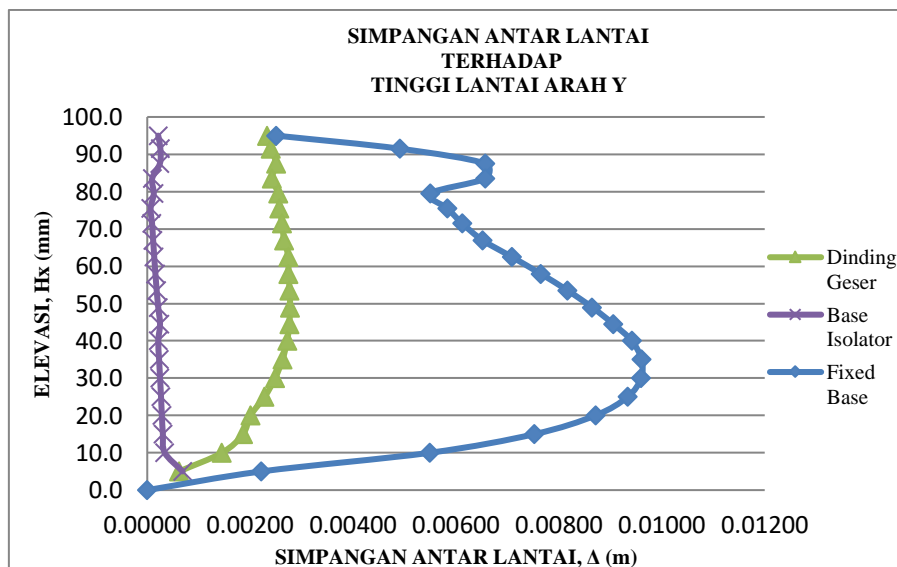
Tabel 4 Story Drift

Lantai	Elevasi	Story Drift					
		Arah X			Arah Y		
		<i>Fixed Base</i>	Dinding Geser	<i>Base isolation</i>	<i>Fixed Base</i>	Dinding Geser	<i>Base isolation</i>
Satuan	m	m	m	m	m	m	
ATAP	95,00	0,0025	0,00156	0,00035	0,00251	0,00233	0,00021
LANTAI 20	91,50	0,0050	0,00169	0,00035	0,00491	0,00240	0,00026
LANTAI 19	87,50	0,0068	0,00190	0,00034	0,00657	0,00250	0,00025
LANTAI 18	83,50	0,0045	0,00187	0,00013	0,00657	0,00242	0,00010
LANTAI 17	79,50	0,0052	0,00203	0,00018	0,00550	0,00255	0,00013
LANTAI 16	75,50	0,0057	0,00214	0,00008	0,00583	0,00257	0,00007
LANTAI 15	71,50	0,0061	0,00228	0,00011	0,00612	0,00262	0,00009
LANTAI 14	67,00	0,0066	0,00241	0,00014	0,00651	0,00266	0,00011
LANTAI 13	62,50	0,0070	0,00251	0,00016	0,00709	0,00274	0,00014
LANTAI 12	58,00	0,0073	0,00260	0,00019	0,00764	0,00274	0,00016
LANTAI 11	53,50	0,0074	0,00267	0,00021	0,00817	0,00277	0,00018
LANTAI 10	49,00	0,0073	0,00272	0,00024	0,00865	0,00278	0,00021
LANTAI 9	44,50	0,0070	0,00271	0,00029	0,00906	0,00276	0,00025
LANTAI 8	40,00	0,0063	0,00262	0,00026	0,00942	0,00272	0,00021
LANTAI 7	35,00	0,0062	0,00260	0,00027	0,00961	0,00263	0,00023
LANTAI 6	30,00	0,0062	0,00259	0,00029	0,00960	0,00249	0,00025
LANTAI 5	25,00	0,0062	0,00251	0,00031	0,00934	0,00228	0,00027
LANTAI 4	20,00	0,0061	0,00236	0,00035	0,00871	0,00201	0,00028
LANTAI 3	15,00	0,0055	0,00208	0,00038	0,00752	0,00186	0,00030
LANTAI 2	10,00	0,0042	0,00158	0,00043	0,00549	0,00145	0,00034
LANTAI 1	5,00	0,0018	0,00073	0,00080	0,00221	0,00062	0,00069
BASE	0	0,0000	0	0,14205	0,00000	0	0,12010

Dari tabel 4 dihasilkan grafik perbandingan antara *fixed base*, dinding geser dan *base isolation* (lihat gambar 15 & 16)



Gambar 15
Story drift arah x pada struktur bertingkat banyak



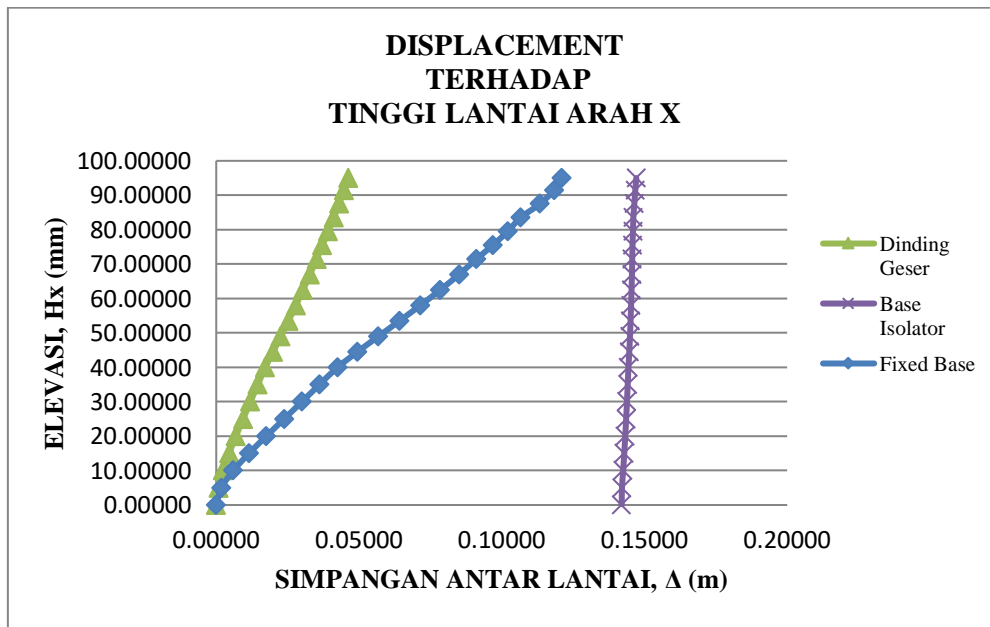
Gambar 16
Story drift arah y pada struktur bertingkat banyak

Dari gambar 15 dan 16 bahwa nilai simpangan antar lantai yang dihasilkan pada struktur menggunakan *base isolation* mengalami penurunan nilai simpangan antar lantai dibandingkan dengan struktur menggunakan *fixed base* dan dinding geser. Selain itu, nilai simpangan antar lantai yang dihasilkan dengan menggunakan *base isolation* memiliki nilai yang paling besar pada lantai dasar dibandingkan dengan lantai atap, serta nilainya berbanding terbalik dengan simpangan antar lantai yang dihasilkan oleh *fixed base* dan dinding geser. Dapat disimpulkan bahwa sesuai dengan salah satu fungsinya *base isolation* dapat meredam nilai simpangan antar lantai. Dan berikut nilai *displacement*:

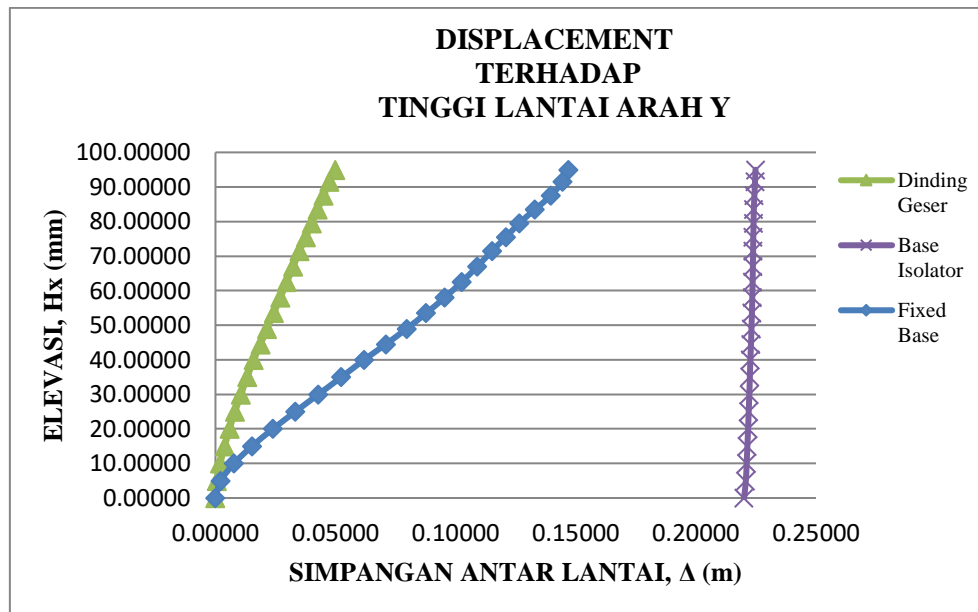
Tabel 5 Displacement

Lantai	Elevasi	Displacement					
		Fixed base	Arah X Dinding Geser	Base isolation	Fixed base	Arah Y Dinding Geser	Base isolation
Satuan	m		m	m	m	m	m
ATAP	95,00	0,12097	0,04627	0,14715	0,14702	0,04989	0,22484
LANTAI 20	91,50	0,11845	0,04471	0,14680	0,14451	0,04756	0,22463
LANTAI 19	87,50	0,11342	0,04303	0,14646	0,13960	0,04516	0,22437
LANTAI 18	83,50	0,10664	0,04120	0,14612	0,13303	0,04266	0,22413
LANTAI 17	79,50	0,10211	0,03926	0,14599	0,12646	0,04023	0,22403
LANTAI 16	75,50	0,09689	0,03720	0,14581	0,12096	0,03769	0,22391
LANTAI 15	71,50	0,09121	0,03520	0,14574	0,11513	0,03512	0,22384
LANTAI 14	67,00	0,08508	0,03282	0,14562	0,10901	0,03249	0,22375
LANTAI 13	62,50	0,07848	0,03041	0,14549	0,10250	0,02984	0,22363
LANTAI 12	58,00	0,07149	0,02790	0,14532	0,09541	0,02709	0,22350
LANTAI 11	53,50	0,06421	0,02530	0,14514	0,08777	0,02435	0,22334
LANTAI 10	49,00	0,05681	0,02264	0,14493	0,07960	0,02158	0,22316
LANTAI 9	44,50	0,04948	0,01992	0,14469	0,07095	0,01880	0,22294
LANTAI 8	40,00	0,04251	0,01721	0,14440	0,06189	0,01604	0,22270
LANTAI 7	35,00	0,03618	0,01459	0,14414	0,05248	0,01333	0,22248
LANTAI 6	30,00	0,03002	0,01199	0,14388	0,04287	0,01070	0,22225
LANTAI 5	25,00	0,02378	0,00941	0,14359	0,03327	0,00821	0,22200
LANTAI 4	20,00	0,01754	0,00689	0,14328	0,02394	0,00593	0,22174
LANTAI 3	15,00	0,01148	0,00453	0,14293	0,01523	0,00392	0,22145
LANTAI 2	10,00	0,00599	0,00246	0,14255	0,00770	0,00206	0,22115
LANTAI 1	5,00	0,00179	0,00087	0,14213	0,00221	0,00061	0,22081
BASE	0	0,00000	0,00000	0,14205	0,00000	0,00000	0,22010

Dari tabel 5 dihasilkan grafik perbandingan antara *fixed base*, dinding geser dan *base isolation* (lihat gambar 17 & 18)



Gambar 17
Displacement arah x pada struktur bertingkat banyak

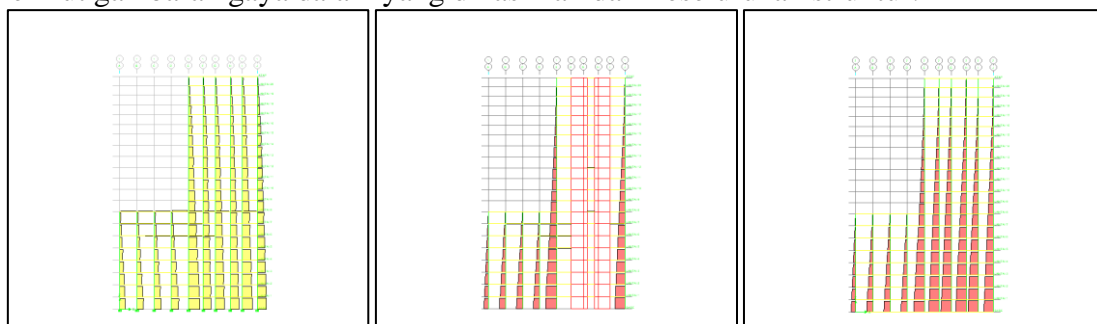


Gambar 18
Displacement arah y pada struktur bertingkat banyak

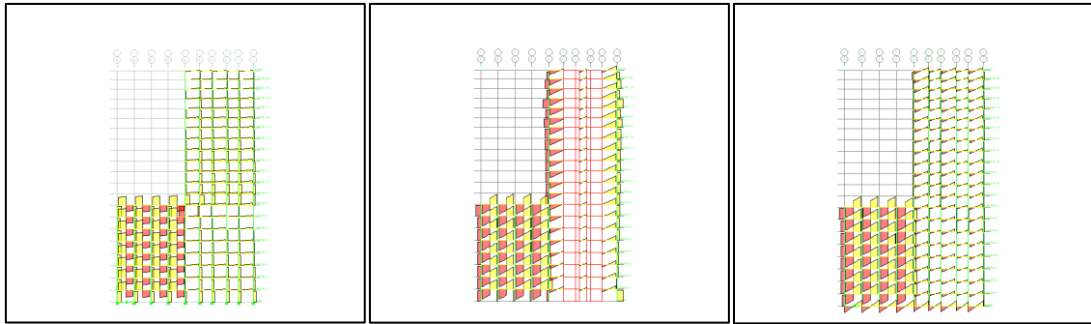
Dapat dilihat pada grafik 17 & 18, *displacement* struktur memiliki kecocokan dengan hasil *story drift* yang dapat dibuktikan di tabel 4. Selain itu, untuk hasil *displacement* struktur dengan menggunakan *base isolation* mengalami respon yang berlawanan dengan simpangan antar lantai yaitu memiliki nilai perpindahan paling besar pada lantai atas, serta nilai perpindahannya memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan dengan struktur menggunakan *fixed base* dan dinding geser.

d Gaya Dalam

Berikut gambaran gaya dalam yang dihasilkan dari keseluruhan struktur.

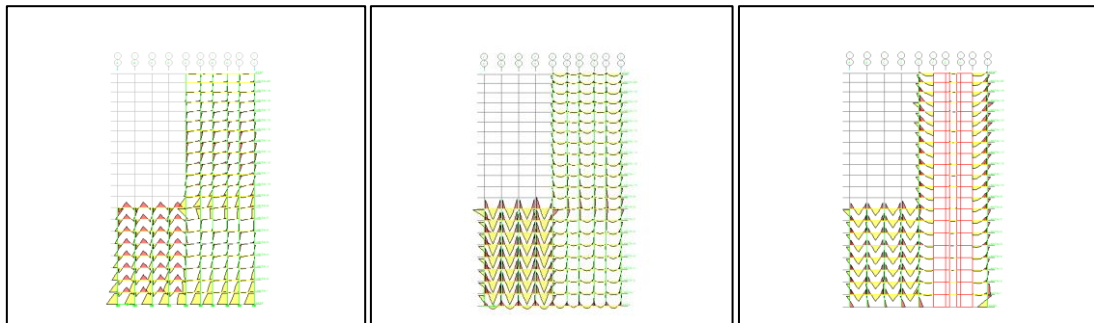


Gambar 19
Gaya normal pada struktur dengan menggunakan *fixed base* (kiri), *dinding geser* (tengah) & menggunakan *base isolation* (kanan)



Gambar 20

Gaya geser pada struktur dengan menggunakan *fixed base* (kiri), *dinding geser* (tengah) & menggunakan *base isolation* (kanan)



Gambar 21

Gaya momen pada struktur dengan menggunakan *fixed base* (kiri), *dinding geser* (tengah) & menggunakan *base isolation* (kanan)

Nilai maksimal pada gaya normal, gaya geser dan gaya momen

1. Gaya normal pada kolom

Berikut *sample* rekapitulasi nilai gaya normal pada kolom.

Tabel 6 *Sample* nilai gaya normal pada kolom

Lantai	<i>Fixed Base</i> (kN)	<i>Dinding Geser</i> (kN)	<i>Base isolation</i> (kN)
1	5766,79	4653,79	4401,78
5	4536,03	3483,12	3248,96
10	3116,49	2073,68	1894,98
15	2078,75	972,6	874,51

Berdasarkan tabel 6 *sample* nilai gaya normal pada kolom yang diambil, *base isolation* memiliki nilai lebih kecil dibandingkan *fixed base*.

2. Gaya geser pada kolom

Berikut *sample* rekapitulasi nilai gaya geser pada kolom.

Tabel 7 *Sample* nilai gaya geser pada kolom

Lantai	<i>Fixed Base</i> (kN)	<i>Dinding Geser</i> (kN)	<i>Base isolation</i> (kN)
1	22,56	8,01	6,97
5	24,86	7,97	3,4
10	27,54	11,16	3,72
15	12,66	15,8	3,85

Berdasarkan tabel 7 *sample* nilai gaya geser pada kolom yang diambil, *base isolation* memiliki nilai lebih kecil dibandingkan *fixed base*.

3. Gaya momen pada kolom

Berikut *sample* rekapitulasi nilai gaya momen pada kolom.

Tabel 8 Sample nilai gaya momen pada kolom

Lantai	Fixed Base (kNm)	Dinding Geser (kNm)	Base isolation (kNm)
1	463,17	36,64	16,79
5	63,23	20,11	10,58
10	181,76	28,25	9,98
15	102	36,17	8,44

Berdasarkan tabel 8 *sample* nilai gaya momen pada kolom yang diambil, *base isolation* memiliki nilai lebih kecil dibandingkan *fixed base*.

4. Gaya normal pada balok

Berikut *sample* rekapitulasi nilai gaya normal pada balok.

Tabel 9 Sample nilai gaya normal pada balok

Lantai	Fixed Base (kN)	Dinding Geser (kN)	Base isolation (kN)
1	13,51	8,67	3,54
5	25,98	8,31	0,11
10	8,15	0,43	0,33
15	5,9	5,64	1,83

Berdasarkan tabel 9 *sample* nilai gaya aksial pada balok yang diambil, *base isolation* memiliki nilai lebih kecil dibandingkan *fixed base*.

5. Gaya geser dan momen pada balok

Berikut *sample* rekapitulasi nilai gaya geser dan momen pada balok.

Tabel 10 sample nilai gaya geser pada balok

Lantai	Fixed Base (kN)	Dinding Geser (kN)	Base isolation (kN)
1	26,82	15,83	13,52
5	35,44	21,25	13,65
10	45,16	27	13,93
15	36,46	30,64	14,42

Tabel 11 sample nilai gaya momen pada balok

Lantai	Fixed Base (kNm)	Dinding Geser (kNm)	Base isolation (kNm)
1	52,897	20,56	13,634
5	78,83	36,749	14,582
10	108,324	53,935	14,724
15	82,253	64,879	16,202

Berdasarkan tabel 10 & 11 persentase nilai gaya geser dan momen pada balok yang diambil, *base isolation* memiliki nilai lebih kecil dibandingkan *fixed base*.

Kesimpulan

Respon perilaku struktur yang dihasilkan pada gedung 21 lantai saat menggunakan *base isolation* sebagai pengganti sistem struktur dengan dinding geser dapat dilihat dari beberapa hal, yaitu:

a. Periode yang dihasilkan saat menggunakan *base isolation* mengalami peningkatan nilai menjadi 5,565 detik dibandingkan dengan struktur rangka dan menggunakan dinding geser yaitu sebesar 4,813 dan 2,953 detik.

b. Berdasarkan gambar 3 sampai dengan 14 bahwa menggunakan *base isolation* memiliki perbedaan perubahan ragam struktur dengan struktur rangka dan dinding geser. Bentuk ragam yang menggunakan dinding geser semakin ke atas semakin membesar, sedangkan struktur yang menggunakan *base isolation* bentuk ragamnya paling besar berada di bawah dan semakin atas perubahan bentuknya tidak terlalu signifikan.

c. Nilai dari gaya geser dasar yang dihasilkan pada struktur yang menggunakan *base isolation* sebesar 8788,864 kN, sedangkan nilai gaya geser dasar yang dihasilkan struktur rangka sebesar 20970,050 kN dan dinding geser sebesar 15542,265 kN. Hal ini menunjukkan bahwa *base isolation* mengalami penurunan nilai gaya geser dasar sekitar 58,09 % dibandingkan dengan dinding geser yang hanya mengalami penurunan gaya geser dasar sebesar 25,88 %. Sehingga *base isolation* dapat dinyatakan lebih efisien dibandingkan dinding geser

d. Berdasarkan gambar 15 dan 16 nilai simpangan antar lantai yang dihasilkan dengan menggunakan *base isolation* memiliki nilai yang paling besar pada lantai dasar dibandingkan dengan lantai atap. Hal tersebut berbanding terbalik dengan nilai simpangan antar lantai yang dihasilkan oleh struktur rangka dan dinding geser.

e. Berdasarkan gambar 17 & 18 *Displacement* struktur dengan menggunakan *base isolation* mengalami respon yang berlawanan dengan simpangan antar lantai yang menggunakan *base isolation*, serta nilai perpindahannya lebih besar dibandingkan dengan struktur menggunakan struktur rangka dan dinding geser.

2. Keefektifan penggunaan *base isolation* pada struktur gedung berlantai banyak, khususnya pada struktur 21 lantai dibuktikan dari beberapa point, yaitu

a. Berdasarkan point di atas (point 1.c) nilai dari gaya geser dasar yang dihasilkan pada struktur yang menggunakan *base isolation* mengalami penurunan nilai gaya geser dasar sekitar 58,09 % dibandingkan dengan dinding geser yang hanya mengalami penurunan gaya geser dasar sebesar 25,88 %. Dapat disimpulkan bahwa sesuai dengan salah satu fungsinya *base isolation* dapat meredam nilai gaya geser dan dapat dinyatakan lebih efisien dibandingkan dengan *base isolation*.

b. Berdasarkan tabel 4 bahwa nilai simpangan antar lantai yang dihasilkan pada struktur menggunakan *base isolation* mengalami penurunan nilai simpangan dibandingkan dengan struktur menggunakan dinding geser. Dapat disimpulkan bahwa sesuai dengan salah satu fungsinya *base isolation* dapat meredam nilai simpangan antar lantai.

c. Berdasarkan *sample* hasil nilai gaya normal, geser dan momen pada struktur kolom dan balok, *base isolation* memiliki nilai gaya normal, geser dan momen yang lebih kecil dibandingkan struktur *fixed base* dan dinding geser. Dapat dinyatakan bahwa struktur dengan *base isolation* memungkinkan penggunaan tulangan akan lebih sedikit dibandingkan *fixed base* dan dinding geser

BIBLIOGRAFI

- Kelly, James M. (1997). *Earthquake -Resistant Design with Rubber*. United States of America. United States of America
- Naeim, Farzad and James M.Kelly. (1999). *Design of Seismic Isolated Structures From Theory to Practice*. United States of America: United States of America
- Paz, Mario and William Leigh. (2004). *Structural Dynamics Theory and Computation Fifth Edition Update with SAP 2000*. America
- Brewick, P.T, Erik A. Johnson, Eiji Sato and Tomohiro Sasaki. (2020). *Modeling the Dynamic Behavior of Isolation Devices in a Hybrid Base-Isolation Layer of a Full-Scale Building*. ASCE: American
- Budiono, Bambang. (2017). *Contoh Bangunan Tahan Gempa dengan Rangka Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Dinding Khusus di Jakarta*. ITB Press: Bandung
- Budiono, Bambang and Amroyani Farissi. (2013). *Design and analysis of base isolated structures*. ITB Press: Bandung
- Casciati, Fabio, Bin Wang and Singye Zhu. (2020). *Experimental Study of Novel Self-Centering Seismic Base Isolations Incorporating Superelastic Shape Memory Alloys*. ASCE: American
- Setio, Herlien D, Diah Kusumastuti, Sangriyadi Setio, Pratama H.R. Siregar and Andy Hartanto. (2012). *Pengembangan Sistem Isolasi Seismik pada Struktur Bangunan yang Dikenai Beban Gempa sebagai Solusi untuk Membatasi Respon Struktur*. Institut Teknologi Bandung: Bandung
- Dashti, Shideh, Balaji Paramasivam, and Abbie B. Liel. (2020). *In-Ground Gravel–Rubber Panel Walls to Mitigate and Base Isolate Shallow-Founded Structures on Liquefiable Ground*. ASCE: American
- Hassan, Amer and Pal Shilpa. (2017). *Performance Analysis of Base Isolation & Fixed Base Buildings*. International Conference On Emerging Technology in Structural Engineering. India
- Janggit. R.S and Vasant A Matsagar. (2008). *Base Isolation for Seismic Retrofitting of Structures*. ASCE: American
- Wigroho, Haryanto Yoso. (2006). *Bahan Ajar Analisis dan Desain Struktur Menggunakan ETABS Versi 8.4*. Universitas Atma Yogyakarta: Yogyakarta
- Alharis, Mohamad. (2012). *Analisa Pengaruh Seismic Isolation Terhadap Perilaku Lateral Pondasi Pada Gedung Dinas Prasarana Jalan Tata Ruang dan Pemukiman Sumatera Barat*. Universitas Indonesia: Jakarta

Tari Nurseptiani

Nurseptiani, Tari. (2019). *Kajian Tinggi Efektif Shearwall Pada Bangunan Highrise Building 21 Lantai Dengan Ketidakberaturan Vertikal*. Tugas Akhir Program Studi Teknik Sipil, Universitas Mercu Buana. Jakarta

Sukirno et al. (2019). Base Isolation for Seismic Retrofitting of Structures. “*Analisis Desain Lead Rubber Bearings Pada Bangunan Struktur Baja Enam Lantai*”. Universitas Trisakti: Jakarta

Copyright holder:

Tari Nurseptiani (2022)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

