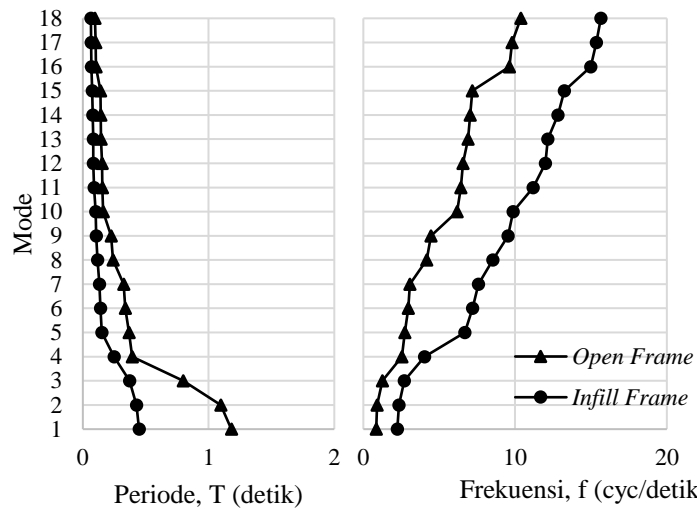


BAB V
HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Periode dan Frekuensi Struktur

Tabel 5. 1 Tabel Periode dan Frekuensi Struktur

Mode	Periode (<i>sec</i>)		Frekuensi (<i>cyc/sec</i>)	
	Infill Frame	Open Frame	Infill Frame	Open Frame
1	0,447	1,181	2,237	0,847
2	0,426	1,097	2,348	0,912
3	0,371	0,798	2,696	1,254
4	0,248	0,393	4,036	2,547
5	0,15	0,367	6,687	2,728
6	0,139	0,337	7,198	2,968
7	0,132	0,325	7,585	3,075
8	0,117	0,239	8,531	4,181
9	0,105	0,225	9,53	4,451
10	0,101	0,162	9,868	6,171
11	0,089	0,155	11,184	6,432
12	0,083	0,152	12	6,571
13	0,082	0,145	12,16	6,907
14	0,078	0,142	12,816	7,035
15	0,075	0,139	13,245	7,172
16	0,067	0,104	14,979	9,618
17	0,065	0,102	15,359	9,807
18	0,064	0,096	15,65	10,372



Gambar 5. 1 Perbandingan Periode dan Frekuensi Struktur.

Pada Gambar 5.1 dari hasil analisis program ETABS diambil sebanyak 18 mode shape karena sudah memenuhi syarat rasio partisipasi massa sebesar 90% pada masing-masing sumbu utama struktur (SNI 1726:2012 Pasal 7.9.1). Diperoleh nilai periode getar struktur pada model *open frame* lebih besar dari pada periode getar yang dihasilkan model *infill frame*, serta frekuensi yang dihasilkan pada model *open frame* lebih kecil daripada frekuensi yang dihasilkan pada model *infill frame*, dengan hasil tersebut maka menunjukkan bahwa model *infill frame* memiliki kekakuan yang lebih besar daripada model *open frame*.

B. Kontrol Gaya Geser Dasar

SNI 1726 2012 Pasal 11.1.4 mensyaratkan gaya geser dasar dari analisis dinamik ($V_{dinamik}$) tidak boleh kurang dari 85% nilai gaya geser dasar yang didapatkan dari analisa statik ekuivalen. Gaya geser dasar dianalisis pada kondisi *gross/uncrack* untuk setiap element strukturnya.

Tabel 5.2 Kontrol Gaya Geser Dasar *Infill Frame*

Beban Gempa	$V_{dinamik}, V_d$ (kN)	V_{statik}, V_s (kN)	Rasio V_d/V_s	SF_i^a	SF_{baru}^b
RSX	19506,101	14719,988	1,33	2,10	OK
RSY	26379,913	14719,988	1,79	2,10	OK
NCX	46624,335	14719,988	3,17	5,08	OK
NCY	28998,128	14719,988	1,97	4,17	OK
SHX	28239,558	14719,988	1,92	3,76	OK
SHY	33218,376	14719,988	2,26	4,22	OK
IVX	33308,141	14719,988	2,26	3,79	OK
IVY	26733,231	14719,988	1,82	3,82	OK

^anilai SF_i untuk respon spektrum adalah I_g/R , untuk time history diambil dari Tabel 4.16

^b $SF_{baru} = SF_i \cdot 0,85 \cdot (V_{statik}/V_{dinamik})$ jika Rasio $V_d/V_s < 0,85$

Keterangan:

ES = Statik Ekuivalen

RS = Respon Spektrum

NC = *Time History* North California

SH = *Time History* Superstition Hills

IV = *Time History* Imperial Valley

Tabel 5.3 Kontrol Gaya Geser Dasar *Open Frame*

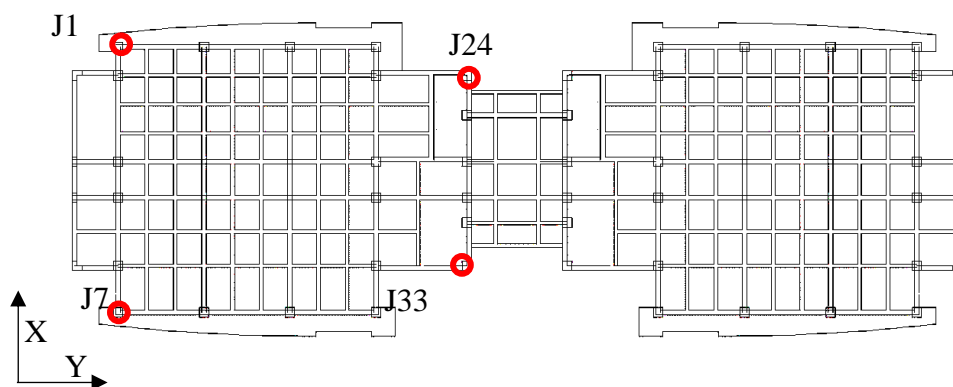
Beban Gempa	V_{dinamik}, V_d (kN)	V_{statik}, V_s (kN)	Rasio V_d/V_s	SFi	SFbaru
RSX	8372,086	10250,41	0,82	2,10	2.19
RSY	10663,948	10250,41	1,04	2,10	OK
NCX	17572,592	10250,41	1,71	5,08	OK
NCY	19992,980	10250,41	1,95	4,17	OK
SHX	12271,964	10250,41	1,20	3,76	OK
SHY	20049,632	10250,41	1,96	4,22	OK
IVX	14901,140	10250,41	1,45	3,79	OK
IVY	15937,169	10250,41	1,55	3,82	OK

Dari Tabel 5.16 terlihat bahwa nilai *base shear* untuk seluruh beban gempa dinamik sudah lebih besar dari 85% *base shear* rencana statiknya, maka tidak diperlukan analisis ulang dan data outputnya sudah dapat digunakan. Sedangkan dari Tabel 5.17 didapati rasio $V_{\text{dinamik}}/V_{\text{statik}}$ kurang dari 0,85, sehingga perlu dimasukkan faktor skala baru dan perlu dianalisis ulang.

Dari hasil di atas diperoleh untuk gaya geser dasar rencana untuk model *infill frame* bernilai lebih besar daripada gaya geser dasar untuk model *open frame* hal ini disebabkan karena struktur yang dimodelkan secara *infill frame* memiliki periode getar yang lebih kecil daripada periode getar alami yang terjadi pada struktur dengan model *open frame*.

C. Perpindahan Hasil Analisis Elastik

Dari hasil analisis dengan bantuan program ETABS, didapatkan hasil *output joint displacement* sebagai nilai perpindahan elastik sebagai berikut:



Gambar 5.2 Titik Tinjauan Joint Displacement

Tabel 5.12 Perpindahan *joint* akibat gempa *time history Superstition Hills*.

Lantai	ABSOLUTE JOINT DISPLACEMENT (mm)							
	SH X				SH Y			
	J24	J33	J1	J7	J24	J33	J1	J7
LT A	15,36	15,51	15,08	15,60	9,64	9,53	8,51	8,51
LT 5	13,72	14,00	13,69	14,05	8,29	8,34	7,58	7,58
LT 4	12,19	12,41	12,16	12,44	7,11	7,15	6,65	6,65
LT 3	10,11	10,26	10,09	10,28	5,67	5,69	5,41	5,41
LT 2	7,63	7,70	7,61	7,70	4,07	4,07	3,98	3,98
LT 1	4,92	5,00	4,91	5,00	2,44	2,43	2,48	2,48
LT.G	2,08	2,13	2,14	2,23	0,91	0,87	0,96	0,96
SB	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabel 5.13 Perpindahan *joint* akibat gempa *time history Imperial Valley*.

Lantai	ABSOLUTE JOINT DISPLACEMENT (mm)							
	IV X				IV Y			
	J24	J33	J1	J7	J24	J33	J1	J7
LT A	11,21	11,56	10,97	11,68	12,45	12,30	11,17	11,17
LT 5	9,95	10,37	9,90	10,46	10,48	10,54	9,78	9,78
LT 4	8,76	9,11	8,73	9,19	8,86	8,90	8,47	8,47
LT 3	7,39	7,57	7,37	7,60	6,95	6,96	6,77	6,77
LT 2	5,66	5,77	5,64	5,78	4,88	4,86	4,85	4,85
LT 1	3,71	3,80	3,69	3,81	2,84	2,81	2,93	2,93
LT.G	1,59	1,65	1,63	1,72	1,03	0,95	1,08	1,08
SB	0	0	0	0	0	0	0	0

Hasil perpindahan elastik pada model *open frame* menunjukkan bahwa perpindahan yang terjadi pada arah X akibat gempa dengan arah X lebih besar daripada perpindahan yang terjadi pada arah Y akibat gempa dengan arah Y, hal ini dinilai sesuai karena sumbu lemah dari gedung K.H. Ibrahim terjadi pada arah X. Sedangkan pada model *infill frame* perpindahan yang terjadi pada arah X akibat gempa dengan arah X justru lebih kecil daripada perpindahan yang terjadi pada arah Y akibat gempa arah Y, hal ini terjadi karena kekakuan bangunan pada arah X setelah diberi dinding pengisi menjadi lebih besar. Jika ditinjau dari jenis model maka dapat dikatakan bahwa perpindahan yang terjadi pada struktur dengan model *open frame* lebih besar daripada perpindahan yang terjadi pada struktur dengan model *infill frame*, hal ini disebabkan struktur dengan model *infill frame* memiliki

kekakuan lebih besar yang disebabkan oleh adanya dinding pengisi yang dimodelkan.

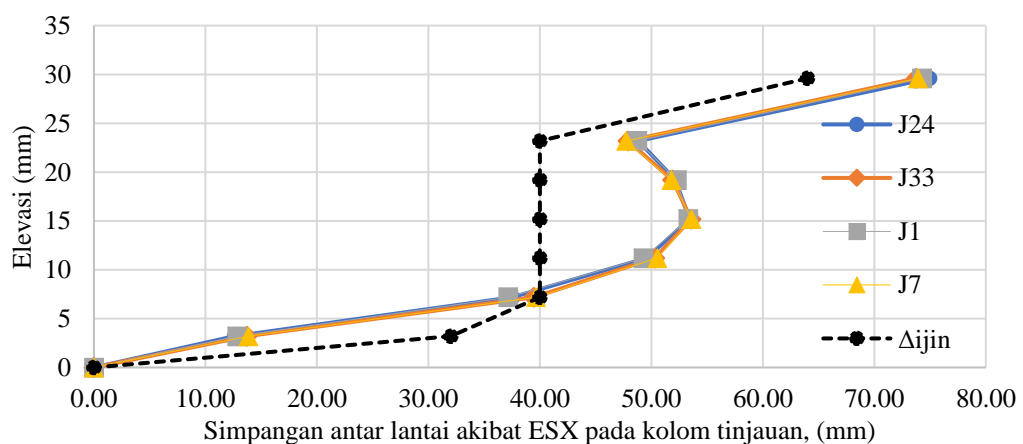
D. Evaluasi Simpangan Struktur

Simpangan antar lantai dari struktur dihitung dengan persamaan 3.2 hingga didapatkan nilai simpangan antar lantai untuk setiap lantai. Setelah dianalisis didapatkan hasil simpangan antar lantai seperti yang ditampilkan pada Tabel 5.18 – Tabel 5.23 . Nilai simpangan antar lantai kemudian dievaluasi terhadap nilai simpangan antar lantai ijin seperti yang telah ditentukan dalam Tabel 3.1.

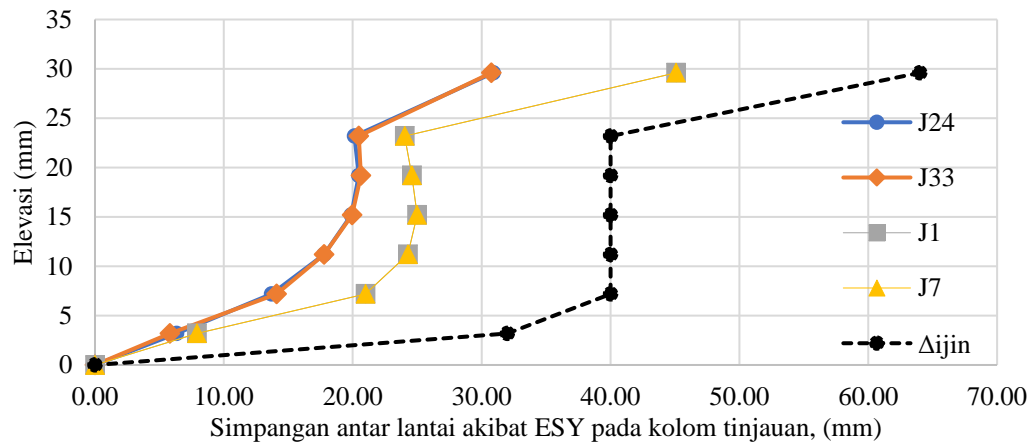
1. Hasil Evaluasi Simpangan Antar Lantai *Open Frame*

Tabel 5.14 Evaluasi simpangan antar lantai akibat gempa ekuivalen statik.

Lantai	Elevasi (m)	SIMPANGAN ANTAR LANTAI (mm)								Δ ijin (mm)
		ESX				ESY				
		J24	J33	J1	J7	J24	J33	J1	J7	
LT.A	29,6	74,97	73,76	74,27	73,91	30,91	30,76	45,08	45,08	64
LT 5	23,2	48,82	47,89	48,75	47,75	20,13	20,46	24,03	24,03	40
LT 4	19,2	52,16	51,88	52,29	51,81	20,46	20,64	24,60	24,60	40
LT 3	15,2	53,42	53,56	53,33	53,61	19,88	19,95	24,99	24,99	40
LT 2	11,2	49,59	50,30	49,30	50,53	17,77	17,79	24,28	24,28	40
LT 1	7,2	37,54	39,44	37,18	39,66	13,70	14,10	20,99	20,99	40
LT.G	3,2	12,60	13,74	12,84	13,87	6,34	5,82	7,91	7,91	32
SB	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0



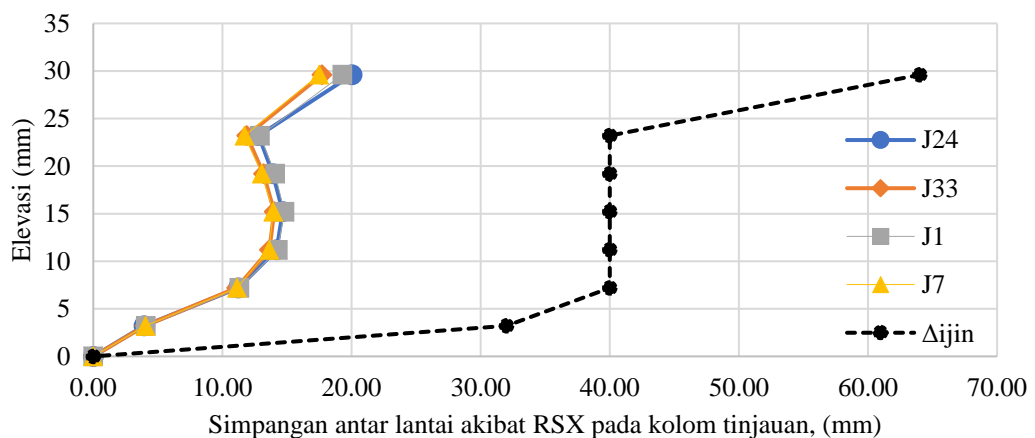
Gambar 5.3 Grafik simpangan antar lantai akibat gempa ekuivalen statik arah X.



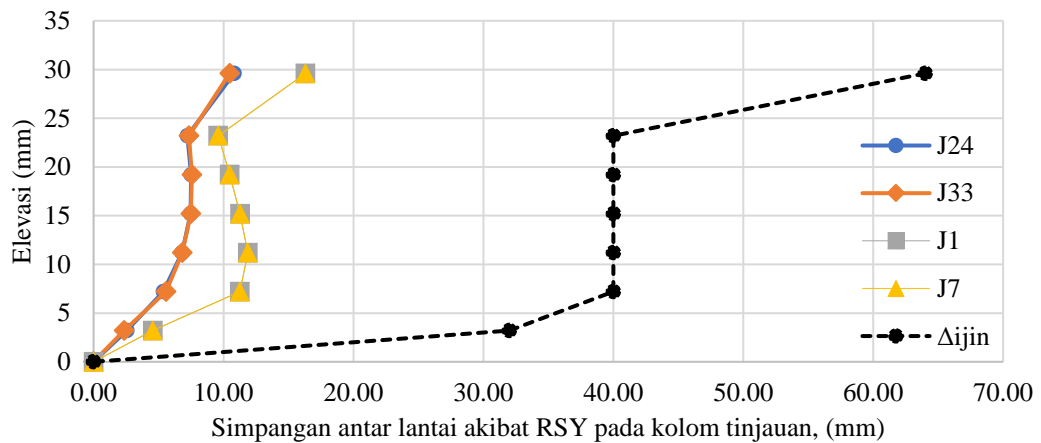
Gambar 5.4 Grafik simpangan antar lantai akibat gempa ekuivalen statik arah Y.

Tabel 5.15 Evaluasi simpangan antar lantai akibat gempa respons spektrum.

Lantai	Elevasi (m)	SIMPANGAN ANTAR LANTAI (mm)								Δijin (mm)
		RSX				RSY				
		J24	J33	J1	J7	J24	J33	J1	J7	
LT.A	29,6	20,05	17,71	19,28	17,50	10,81	10,47	16,31	16,31	64
LT 5	23,2	12,82	11,88	12,91	11,72	7,21	7,35	9,60	9,60	40
LT 4	19,2	13,91	13,19	14,08	13,05	7,50	7,56	10,47	10,47	40
LT 3	15,2	14,68	14,01	14,80	13,93	7,46	7,49	11,27	11,27	40
LT 2	11,2	14,20	13,64	14,29	13,63	6,81	6,83	11,87	11,87	40
LT 1	7,2	11,25	11,11	11,32	11,12	5,38	5,57	11,26	11,26	40
LT.G	3,2	3,93	4,00	4,07	4,04	2,56	2,35	4,55	4,55	32
SB	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0



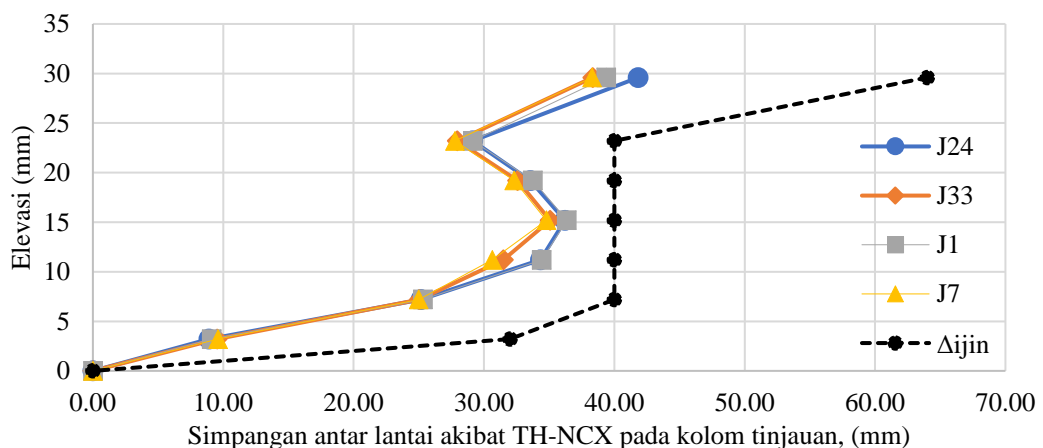
Gambar 5.5 Grafik simpangan antar lantai akibat respons spektrum arah X.



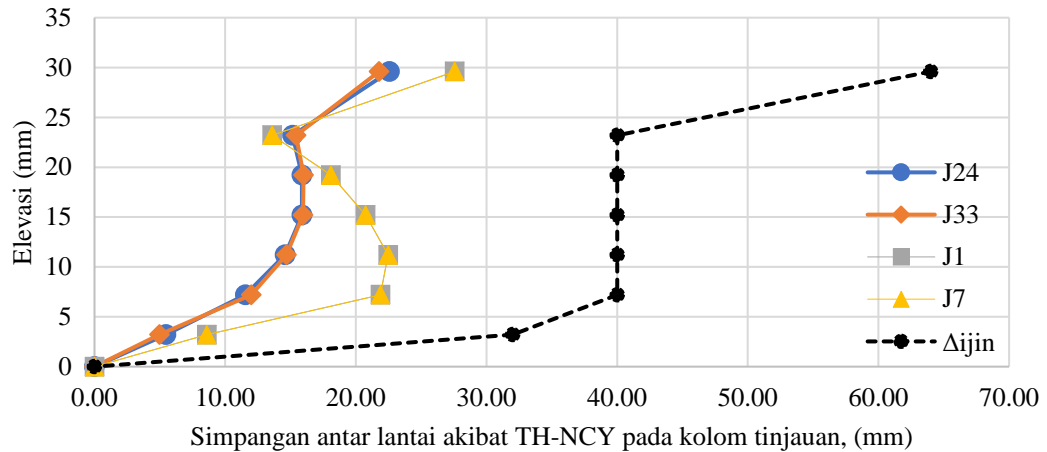
Gambar 5.6 Grafik simpangan antar lantai akibat respons spektrum arah Y.

Tabel 5.16 Evaluasi simpangan antar lantai akibat gempa *time history*.

Lantai	Elevasi (m)	SIMPANGAN ANTAR LANTAI (mm)								Δijin (mm)
		THX				THY				
		J24	J33	J1	J7	J24	J33	J1	J7	
LT.A	29,6	41,83	38,34	39,38	38,30	22,57	21,78	27,57	27,57	64
LT 5	23,2	29,13	27,95	29,14	27,78	15,15	15,43	13,60	13,60	40
LT 4	19,2	33,55	32,58	33,76	32,32	15,88	15,99	18,10	18,10	40
LT 3	15,2	36,23	35,08	36,36	34,79	15,88	15,95	20,75	20,75	40
LT 2	11,2	34,34	31,48	34,43	30,64	14,59	14,69	22,47	22,47	40
LT 1	7,2	25,16	25,05	25,31	25,00	11,54	12,00	21,88	21,88	40
LT.G	3,2	8,90	9,54	9,11	9,60	5,46	4,97	8,61	8,61	32
SB	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0



Gambar 5.7 Grafik simpangan antar lantai akibat gempa *time history* arah X.

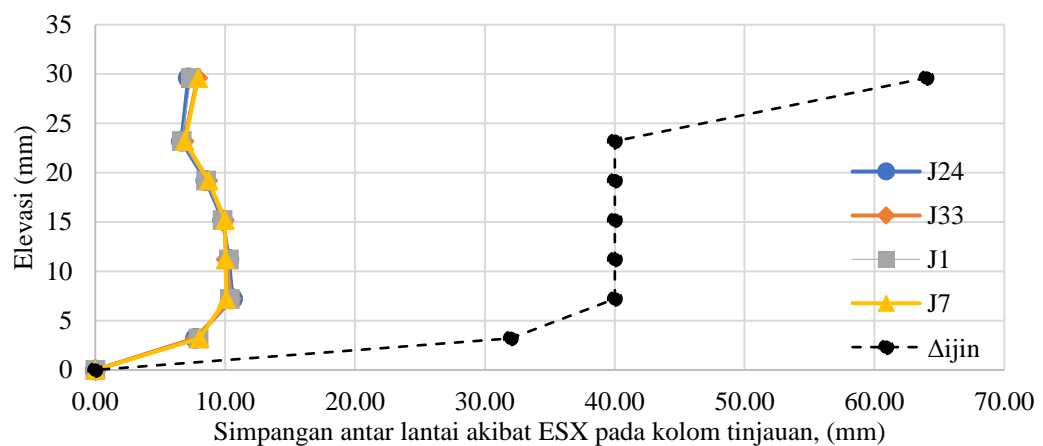


Gambar 5.8 Grafik simpangan antar lantai akibat gempa *time history* arah Y.

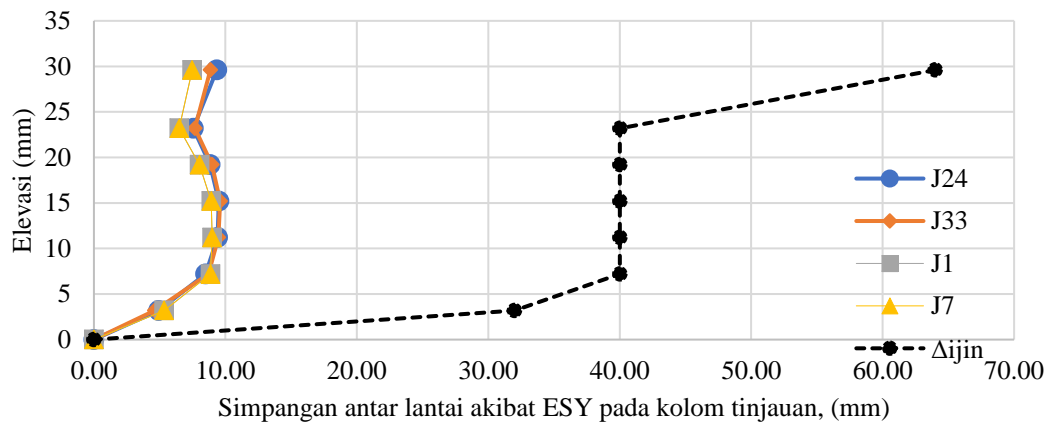
2. Hasil Evaluasi Simpangan Antar Lantai *Infill Frame*

Tabel 5.17 Evaluasi simpangan antar lantai akibat gempa ekuivalen statik.

Lantai	Elevasi (m)	SIMPANGAN ANTAR LANTAI (mm)								Δijin (mm)
		ESX				ESY				
		J24	J33	J1	J7	J24	J33	J1	J7	
LT.A	29,6	7,16	7,88	7,35	7,94	9,35	8,86	7,47	7,47	64
LT 5	23,2	6,64	6,83	6,66	6,90	7,57	7,67	6,49	6,49	40
LT 4	19,2	8,53	8,67	8,52	8,74	8,84	8,97	8,03	8,03	40
LT 3	15,2	9,80	9,93	9,81	10,00	9,50	9,60	8,92	8,92	40
LT 2	11,2	10,28	10,08	10,30	10,03	9,40	9,47	9,00	9,00	40
LT 1	7,2	10,57	10,48	10,35	10,09	8,50	8,71	8,87	8,87	40
LT.G	3,2	7,73	7,73	7,95	8,04	4,92	4,62	5,35	5,35	32
SB	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0



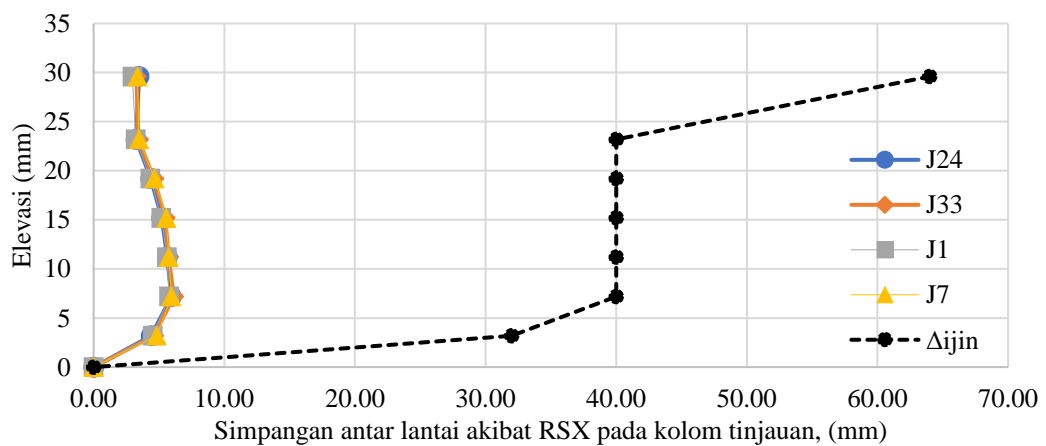
Gambar 5.9 Grafik simpangan antar lantai akibat gempa ekuivalen statik arah X.



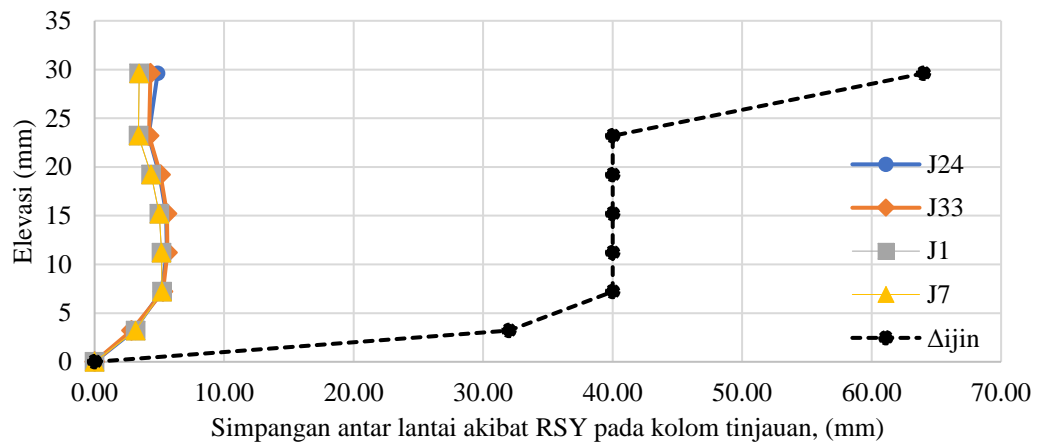
Gambar 5.10 Grafik simpangan antar lantai akibat gempa ekuivalen statik arah Y

Tabel 5.18 Evaluasi simpangan antar lantai akibat gempa respons spektrum.

Lantai	Elevasi (m)	SIMPANGAN ANTAR LANTAI (mm)								Δijin (mm)
		RSX				RSY				
		J24	J33	J1	J7	J24	J33	J1	J7	
LT.A	29,6	3,48	3,27	2,97	3,36	4,86	4,31	3,44	3,44	64
LT 5	23,2	3,26	3,44	3,23	3,48	4,16	4,21	3,39	3,39	40
LT 4	19,2	4,37	4,61	4,35	4,68	5,02	5,09	4,37	4,37	40
LT 3	15,2	5,21	5,48	5,19	5,56	5,53	5,58	4,99	4,99	40
LT 2	11,2	5,63	5,73	5,61	5,75	5,58	5,62	5,17	5,17	40
LT 1	7,2	5,95	6,13	5,78	5,96	5,16	5,29	5,20	5,20	40
LT.G	3,2	4,41	4,61	4,52	4,84	3,04	2,86	3,16	3,16	32
SB	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0



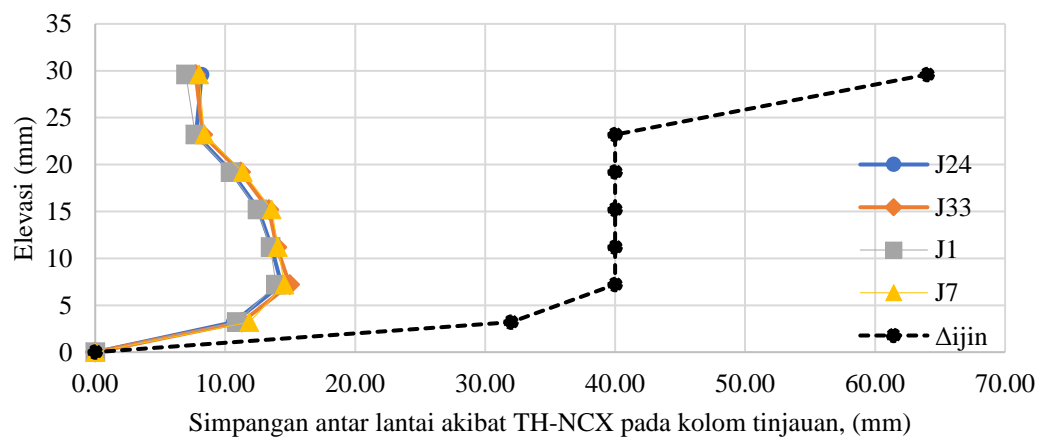
Gambar 5.11 Grafik simpangan antar lantai akibat gempa respons spektrum arah X.



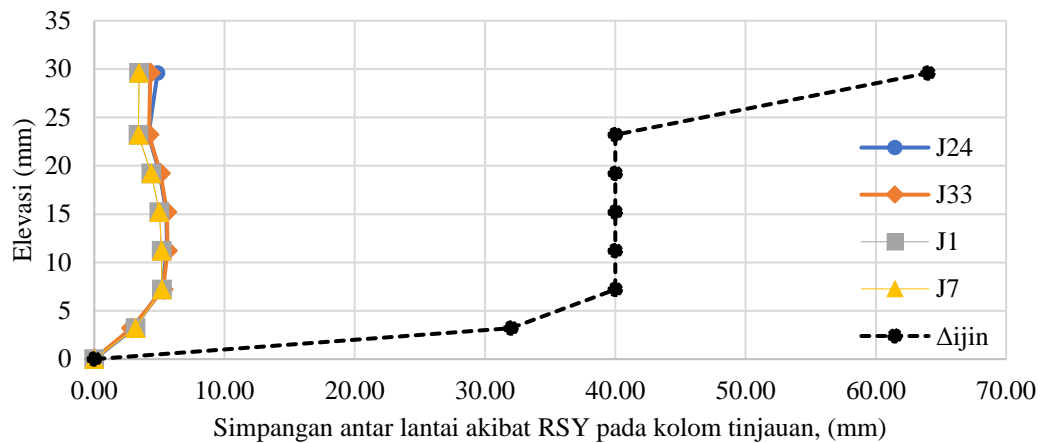
Gambar 5.12 Grafik simpangan antar lantai akibat gempa respons spektrum arah Y.

Tabel 5.19 Evaluasi simpangan antar lantai akibat gempa *time history*.

Lantai	Elevasi (m)	SIMPANGAN ANTAR LANTAI (mm)								Δijin (mm)
		ESX				ESY				
		J24	J33	J1	J7	J24	J33	J1	J7	
LT.A	29,6	8,18	7,74	6,98	7,99	9,94	8,84	7,13	7,13	64
LT 5	23,2	7,77	8,27	7,70	8,40	8,55	8,65	7,07	7,07	40
LT 4	19,2	10,49	11,18	10,41	11,36	10,30	10,46	9,14	9,14	40
LT 3	15,2	12,57	13,36	12,48	13,58	11,29	11,43	10,41	10,41	40
LT 2	11,2	13,57	13,97	13,49	14,05	11,26	11,35	10,61	10,61	40
LT 1	7,2	14,33	14,95	13,91	14,55	10,16	10,40	10,41	10,41	40
LT.G	3,2	10,66	11,26	10,89	11,85	5,84	5,45	6,16	6,16	32
SB	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0



Gambar 5.13 Grafik simpangan antar lantai akibat gempa *time history* arah X.

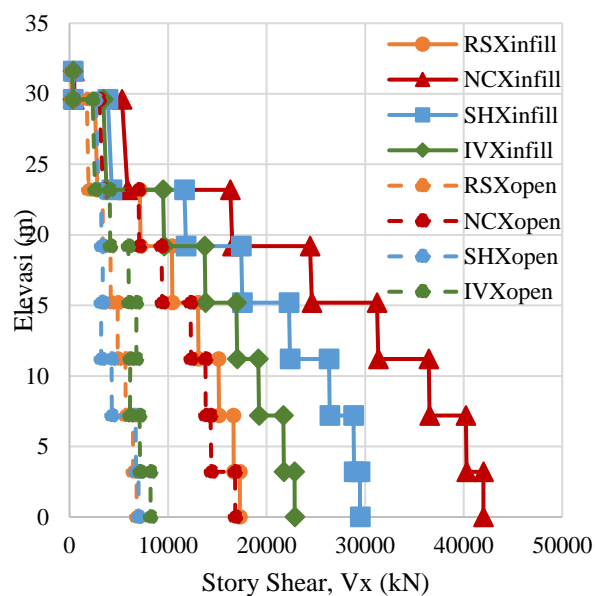


Gambar 5.14 Grafik simpangan antar lantai akibat gempa *time history* arah Y.

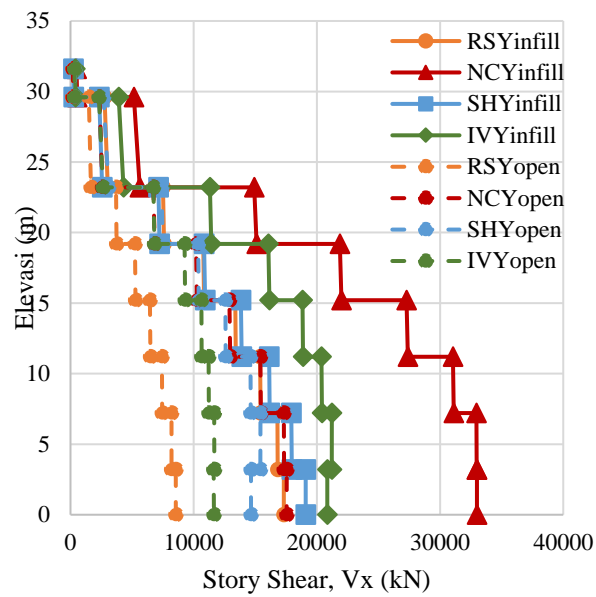
Dari hasil evaluasi simpangan antar lantai struktur, pada model *open frame* yang dibebani beban gempa ekuivalen statik nilai simpangan antar lantai pada lantai 2 sampai lantai atap melebihi nilai simpangan antar lantai ijin, sedangkan simpangan antar lantai untuk beban gempa dinamik seluruhnya masih memenuhi persyaratan simpangan antar lantai ijin. Pada model *infill frame* simpangan antar lantai yang dihasilkan dari semua tipe beban gempa masih memenuhi persyaratan simpangan antar lantai ijin.

E. Perbandingan Hasil

1. Perbandingan Hasil Gaya Geser Tingkat dan Gaya Geser Dasar



Gambar 5. 15 Story Shear Akibat Beban Gempa Dimanik Arah X.

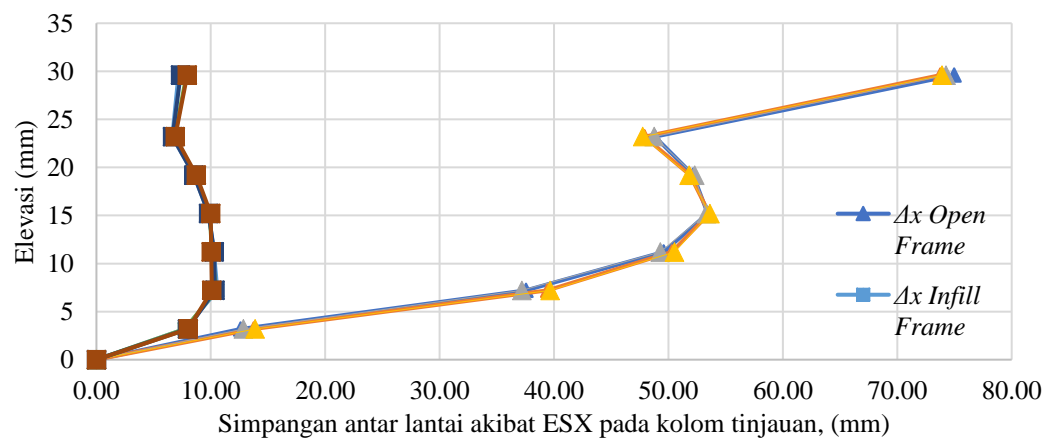


Gambar 5.16 Story Shear Akibat Beban Gempa Dimanik Arah Y.

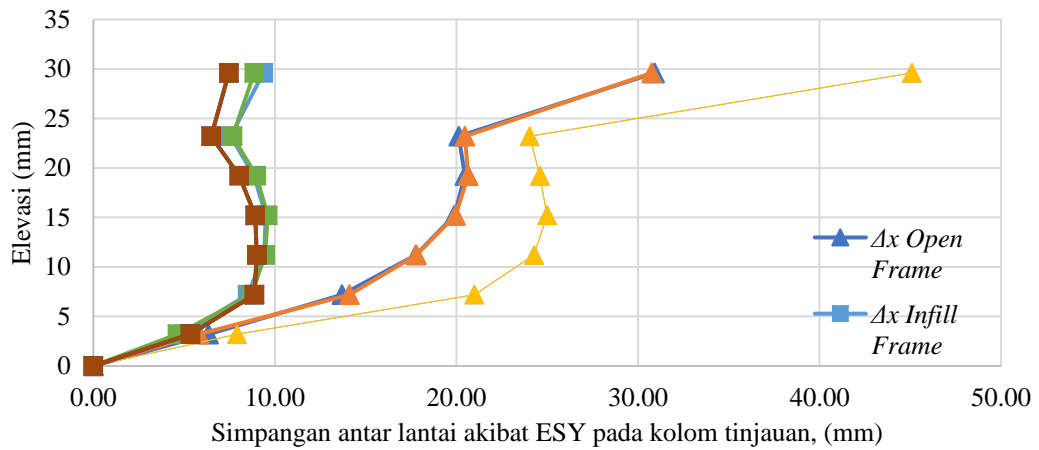
Tabel 5.20 Perbandingan Gaya Geser Hasil Analisis

Beban Gempa	$V_{d \text{ infill}}$	$V_{d \text{ open}}$	Rasio
RSX	19506,101	8372,086	2,33
RSY	26379,913	10663,948	2,47
NCX	46624,335	17572,592	2,65
NCY	28998,128	19992,98	1,45
SHX	28239,558	12271,964	2,30
SHY	33218,376	20049,632	1,66
IVX	33308,141	14901,14	2,24
IVY	26733,231	15937,169	1,68

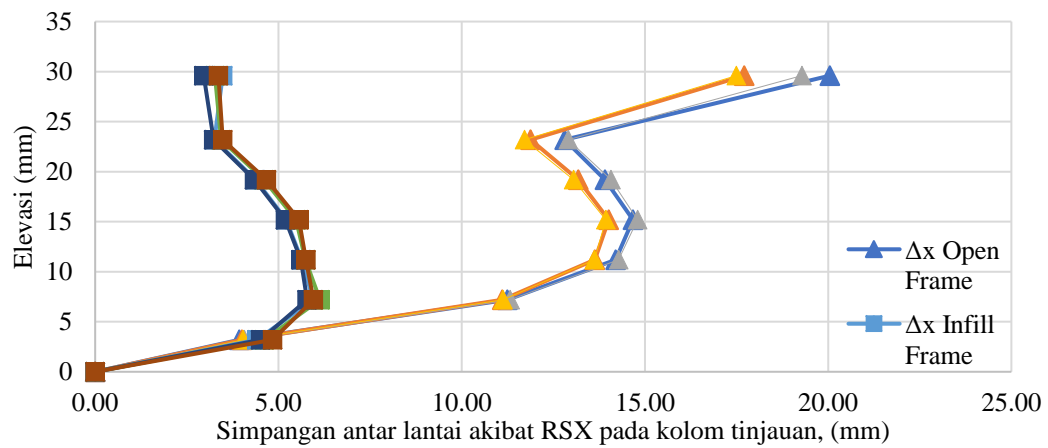
2. Perbandingan Simpangan antar lantai



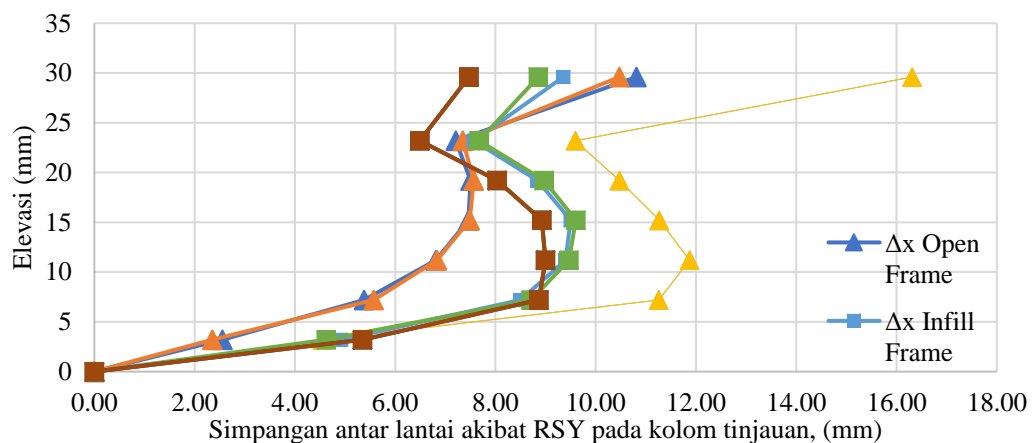
Gambar 5.17 Perbandingan simpangan antar lantai akibat gempa ekuivalen statik arah X.



Gambar 5.18 Perbandingan simpangan antar lantai akibat gempa ekuivalen statik arah Y.



Gambar 5.19 Perbandingan simpangan antar lantai akibat gempa respons spektrum arah X.



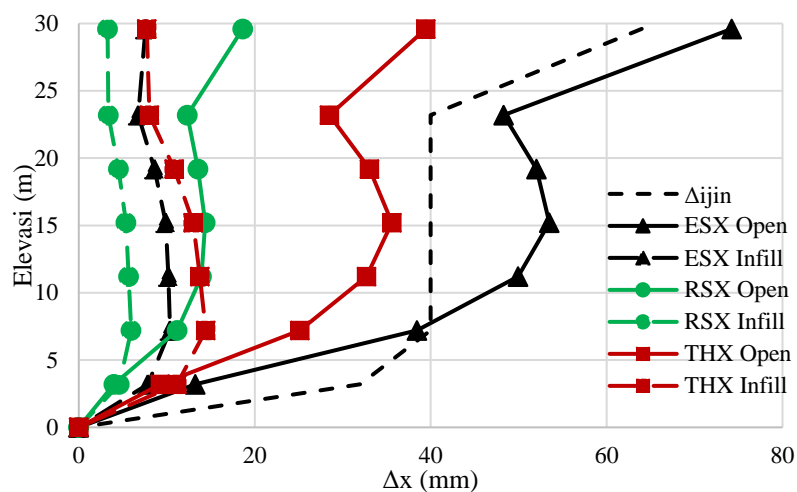
Gambar 5.20 Perbandingan simpangan antar lantai akibat gempa respons spektrum arah Y.

Tabel 5.22 Perbandingan Rasio Simpangan Antar Lantai Akibat Beban Gempa RS

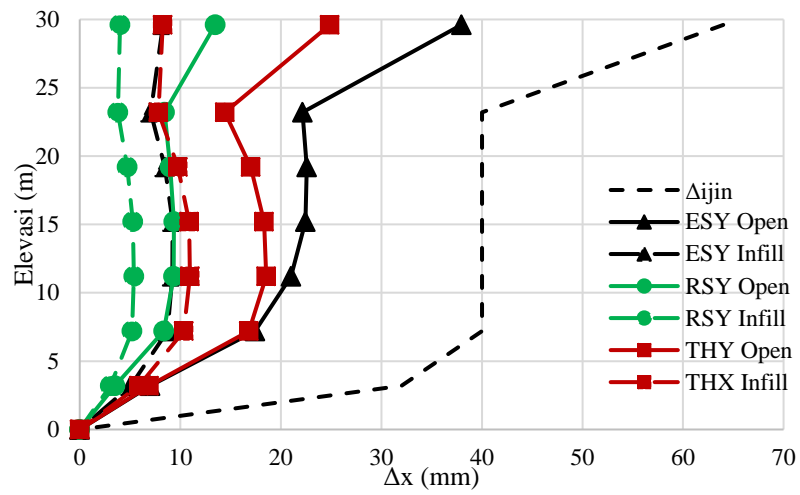
Lantai	Δ ijin	RSX				RSY			
		Open		Infill		Open		Infill	
		$\bar{\Delta}x$	$\Delta x/\Delta$ ijin	$\bar{\Delta}x$	$\Delta x/\Delta$ ijin	$\bar{\Delta}x$	$\Delta x/\Delta$ ijin	$\bar{\Delta}x$	$\Delta x/\Delta$ ijin
LT A	64	18,64	0,29	3,27	0,05	13,48	0,21	4,01	0,06
LT 5	40	12,33	0,31	3,35	0,08	8,44	0,21	3,79	0,09
LT 4	40	13,56	0,34	4,50	0,11	9,00	0,23	4,71	0,12
LT 3	40	14,36	0,36	5,36	0,13	9,37	0,23	5,27	0,13
LT 2	40	13,94	0,35	5,68	0,14	9,35	0,23	5,38	0,13
LT 1	40	11,20	0,28	5,96	0,15	8,37	0,21	5,21	0,13
LT.G	32	4,01	0,13	4,60	0,14	3,50	0,11	3,06	0,10
SB	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Tabel 5.23 Perbandingan Rasio Simpangan Antar Lantai Akibat Beban Gempa TH

Lantai	Δ ijin	THX				THY			
		Open		Infill		Open		Infill	
		$\bar{\Delta}x$	$\Delta x/\Delta$ ijin	$\bar{\Delta}x$	$\Delta x/\Delta$ ijin	$\bar{\Delta}x$	$\Delta x/\Delta$ ijin	$\bar{\Delta}x$	$\Delta x/\Delta$ ijin
LT A	64	39,46	0,62	7,72	0,12	24,87	0,39	8,26	0,13
LT 5	40	28,50	0,71	8,03	0,20	14,45	0,36	7,83	0,20
LT 4	40	33,05	0,83	10,86	0,27	17,02	0,43	9,76	0,24
LT 3	40	35,61	0,89	13,00	0,32	18,33	0,46	10,89	0,27
LT 2	40	32,72	0,82	13,77	0,34	18,56	0,46	10,96	0,27
LT 1	40	25,13	0,63	14,44	0,36	16,82	0,42	10,35	0,26
LT.G	32	9,29	0,29	11,17	0,35	6,91	0,22	5,90	0,18
SB	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00



Gambar 5.23 Simpangan Antar Lantai Akibat Semua Beban Gempa Arah X.



Gambar 5.24 Simpangan Antar Lantai Akibat Semua Beban Gempa Arah Y.