



## Analisis Kinerja Kolom Persegi Panjang Terhadap Perilaku Elemen Struktur Beton Bertulang<sup>1</sup>

### *Analysis of Rectangular Column Performance Towards Structural Reinforced Concrete Elements Behavior*

Celica Amira<sup>a</sup>, Dwi Nurtanto<sup>b, 2</sup>, Nanin Meyfa Utami<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Program Studi S1 Teknik Sipil, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

<sup>b</sup> Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jember, Jl. Kalimantan 37 Jember

#### ABSTRACT

The column has a different cross-sectional capacity based on the direction of the X and Y moments based from the cross section. This research analyzes the performance of reinforced concrete by transformis the square column that already exists into a rectangular column with the function of the building is apartment. The result of this research was to find out performance of rectangular column on the behavior of high building structure. This Research analyzes two shapes of column rectangular and Square with the same area of concrete and reinforcement with all sides equal. Structure will be modeled by structural analysis program. Analyze using interaction diagram by structural analysis program. to find out the collapse of the column. The results of this Research indicates that axial load in any cross section has the same values, as long as the column has the same cross-sectional area and total of reinforcement area. Moment and shear loads with rectangular have a smaller Force on the strong axis X, while in weak axis Y have a greater Force. The displacement on the strong axis X with Square column have a smaller deviations of 10,81%, while on the weak axis Y have a greater deviations of 12,05%.

*Keywords: performance, rectangular column, displacement*

#### ABSTRAK

Kolom memiliki kapasitas penampang yang berbeda berdasarkan arah momen X dan Y jika dilihat dari sisi penampangnya. Penelitian ini menganalisis kinerja struktur beton bertulang dengan merubah bentuk persegi sama sisi menjadi bentuk persegi panjang dengan fungsi bangunan sebagai apartemen. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kinerja kolom dengan bentuk persegi panjang terhadap perilaku struktur gedung seperti simpangan dan gaya dalam pada gedung dalam menerima beban gempa. Penelitian ini dilakukan dengan dua bentuk penampang, yaitu persegi sama sisi dan persegi panjang dengan luas penampang beton serta luas tulangan sama dengan tulangan merata. Struktur dimodelkan menggunakan program bantu struktur. Menganalisis kolom menggunakan diagram interaksi dengan program bantu struktur untuk mengetahui letak keruntuhan kolom. Hasil analisis menunjukkan gaya aksial dalam bentuk penampang apapun memiliki hasil yang sama, selama memiliki luas penampang kolom dan luas tulangan total yang sama. Gaya momen dan gaya geser kolom persegi panjang menghasilkan gaya yang lebih kecil pada sumbu kuat X, sedangkan pada sumbu lemah Y menghasilkan gaya yang lebih besar. Simpangan struktur antar lantai pada sumbu kuat X dengan penampang kolom persegi sama sisi menghasilkan simpangan yang lebih kecil 10,81%, sedangkan pada sumbu lemahnya menghasilkan simpangan lebih besar yaitu 12,05%.

*Kata kunci: kinerja, kolom persegi panjang, simpangan*

<sup>1</sup> Info artikel: Received 18 Juni 2019, Received in revised from 3 Juli 2019, Accepted 3 September 2019.

<sup>2</sup> Corresponding author: [dwinurtanto999@gmail.com](mailto:dwinurtanto999@gmail.com) (D. Nurtanto)

## PENDAHULUAN

Setiap bentuk penampang kolom memiliki perbedaan kapasitas dalam menerima beban aksial. Penggunaan penampang kolom yang paling sering digunakan pada desain struktur gedung, adalah kolom berbentuk persegi dan persegi panjang. Menurut Sudarsana dkk. (2016) dalam penelitiannya mengenai pengaruh bentuk penampang kolom terhadap kinerja Struktur Beton Bertulang mendapatkan bahwa sistem struktur dengan penampang kolom persegi panjang memiliki kinerja yang paling baik dibanding penampang kolom lainnya, hal ini berdasarkan nilai geser dasar seismik ultimit, perpindahan ultimit dan simpangan.

Pada uraian tersebut, maka timbul gagasan penelitian dengan menganalisis kinerja struktur beton bertulang dengan merubah bentuk kolom yang sudah ada, perencanaan ini akan menggunakan bentuk kolom persegi panjang dengan fungsi bangunan sebagai Apartemen di Kota Batu dengan ukuran kolom direncanakan kembali dengan luasan yang sama dengan kolom sebelumnya. Perencanaan kolom persegi panjang akan ditempatkan pada searah sumbu lemah bangunan.

Perencanaan ini akan dianalisis dengan menggunakan diagram interaksi kolom untuk mempermudah mengetahui keruntuhan kolom dengan memasukkan variabel Pu-Mu. Penelitian ini juga menganalisis perbandingan kekuatan kolom dengan memasukkan beban gempa. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kinerja kolom dengan bentuk persegi panjang terhadap perilaku struktur gedung tinggi, guna memberi wawasan dalam merencanakan kolom struktur dalam gedung tinggi menggunakan beton bertulang.

## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan metode perhitungan manual dan program bantu struktur. Penelitian ini menggunakan gedung Apartemen Dino Jawa Timur Park 3 Kota Batu dengan data penelitian sebagai berikut.

- Fungsi bangunan : Apartemen  
Tinggi per Lantai : 3 meter (lantai 1-2); 5 meter (lantai 3);  
dan 3,4 meter (lantai 4-12)  
Mutu baja tulangan ( $f_y$ ) : 390 Mpa, untuk tulangan longitudinal  
240 Mpa, untuk tulangan transversal  
Mutu Beton ( $f_c'$ ) : 25 Mpa

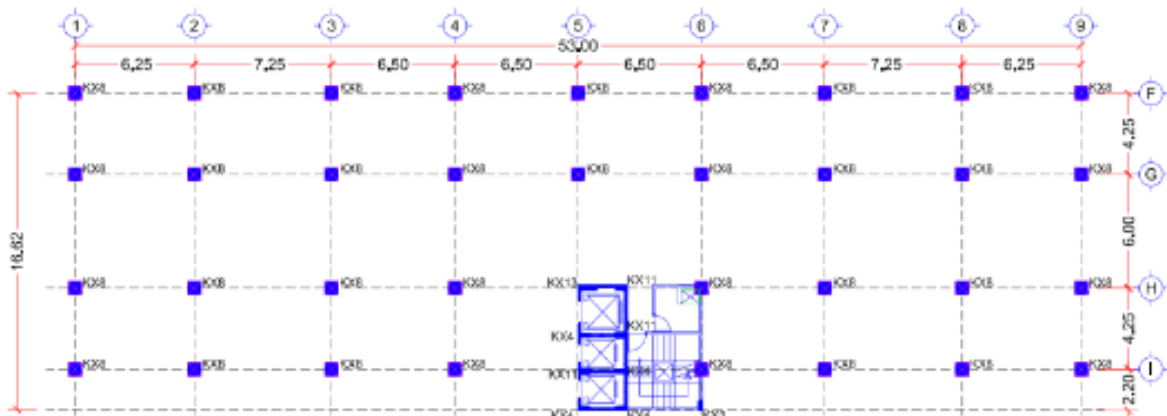
Dimensi kolom yang digunakan pada penelitian ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1** Dimensi kolom

Kode	Tulangan Utama	Persegi Sama Sisi			Persegi Panjang		
		B (mm)	H (mm)	Ag (mm <sup>2</sup> )	B (mm)	H (mm)	Ag (mm <sup>2</sup> )
KX2	10 D13	200	400	80000	200	400	80000
KX3	12 D16	250	500	125000	250	500	125000
KX4	14 D16	250	600	150000	250	600	150000
KX5	20 D16	500	500	250000	400	625	250000
KX6	20 D19	500	500	250000	400	625	250000

Kode	Tulangan Utama	Persegi Sama Sisi			Persegi Panjang		
		B (mm)	H (mm)	Ag (mm <sup>2</sup> )	B (mm)	H (mm)	Ag (mm <sup>2</sup> )
KX7	24 D22	600	600	360000	480	750	360000
KX8	24 D25	700	700	490000	560	875	490000
KX9	28 D25	750	750	562500	625	900	562500
KX10	16 D16	300	600	180000	300	600	180000
KX11	16 D19	300	600	180000	300	600	180000
KX12	20 D19	300	800	240000	320	750	240000
KX13	24 D22	300	1000	300000	400	750	300000
KX14	12 D16	400	400	160000	320	500	160000

Bentuk kolom struktur gedung yang dianalisis pada penelitian ini ada dua macam, yaitu kolom persegi sama sisi dan persegi panjang. Adapun denah penelitian seperti ditampilkan pada Gambar 1.



**Gambar 1** Denah struktur kolom gedung Lantai 4

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Gaya Dalam

Gaya dalam yang dihasilkan pada penelitian ini meliputi gaya aksial, gaya geser, dan gaya momen. Gaya dalam yang diambil pada gaya terbesar yang terjadi pada kolom yang menghasilkan gaya aksial dengan nilai yang hampir mendekati, sedangkan gaya momen serta gaya geser untuk kolom persegi panjang memiliki nilai lebih kecil pada sumbu kuat X, dan memiliki nilai gaya lebih besar pada sumbu lemah Y. Hasil perbandingan gaya dalam ditunjukkan pada Tabel 2, 3, dan 4.

**Tabel 2** Perbandingan gaya aksial

Lantai	Gaya Aksial (kg)	
	Persegi Sama Sisi	Persegi Panjang
1	604351,6	604380,8
2	552738,11	550828,07
3	502741,33	500835,88
4	446257,26	444353,15
5	394833,93	392346,12
6	346406,6	343680,48
7	299868,5	297431,94
8	253497,41	251513,14
9	207240,37	205657,14
10	161530,4	160325,9
11	115943,83	115059,59
12	71215,54	70588,35

**Tabel 3** Perbandingan gaya momen

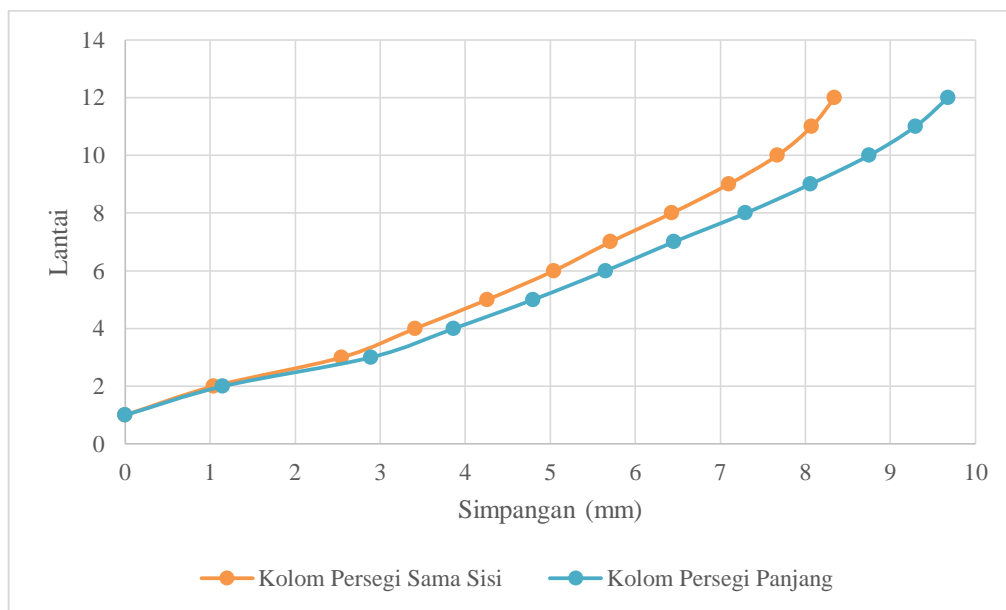
Lantai	Gaya Momen Sumbu Kuat X (kgm)		Gaya Momen Sumbu Lemah Y (kgm)	
	Persegi Sama Sisi	Persegi Panjang	Persegi Sama Sisi	Persegi Panjang
1	27517,26	24011,68	9064,14	10964,33
2	25061,20	21969,15	9165,67	9731,98
3	23286,76	20213,27	2230,69	4395,84
4	21696,65	17494,11	5152,94	6820,56
5	17476,68	14410,68	4711,33	6763,95
6	17724,99	14470,6	4114,71	7054,16
7	17501,94	16348,43	1956,73	1618,39
8	17828,99	13112,01	5766,59	6849,07
9	20811,49	13515,78	6695,21	7347,01
10	15359,16	14020,68	1930,48	1678,64
11	12826,19	11918,24	6007,81	5424,83
12	25322,55	21236,92	5048,72	5135,71

**Tabel 4** Perbandingan gaya geser

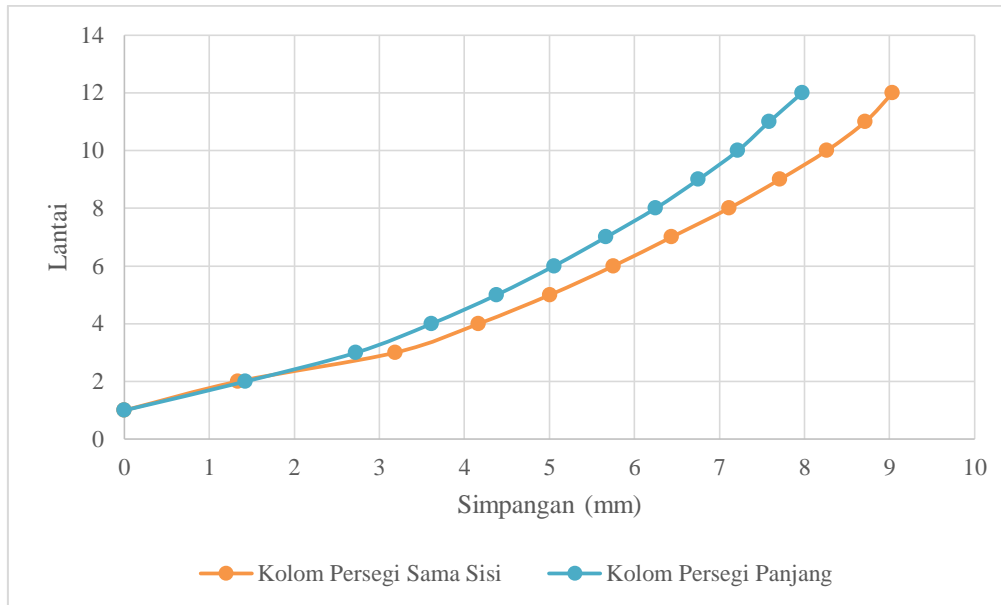
Lantai	Gaya Geser Sumbu Kuat X (kg)		Gaya Geser Sumbu Lemah Y (kg)	
	Persegi Sama Sisi	Persegi Panjang	Persegi Sama Sisi	Persegi Panjang
1	11509,58	11284,26	1739,17	1885,2
2	14343,79	15280,35	2718,57	7654,15
3	9247,19	8753,04	2040,13	2122,65
4	12865,97	11845,39	4330,12	4638,65
5	10484,3	9861,28	4249,08	4413,09
6	10919,66	10236,89	4724,97	4819,31
7	11740,88	10980,69	5123,27	5251,53
8	9790,6	9069,63	3967,7	4097,95
9	10400,41	9636,23	4263,5	4363,88
10	10541,51	9657,45	4360,49	4536,01
11	8715,89	8330,41	3780,91	3808,89
12	14883,75	12741	5315,25	5679,38

### Simpangan Antar Lantai

Pada grafik perbandingan yang ditunjukkan pada Gambar 2 dan Gambar 3, terlihat bahwa pada variasi penampang kolom memiliki simpangan maksimum antar lantai berbeda. Dimana kolom dengan penampang persegi sama sisi menghasilkan simpangan antar lantai pada sumbu kuat X lebih kecil 10,81%, sedangkan pada sumbu lemah Y menghasilkan simpangan antar lantai lebih besar 12,05%.



**Gambar 2** Grafik perbandingan  $\Delta$  arah X



Gambar 3 Grafik perbandingan  $\Delta$  arah Y

### Perbandingan $V_u$ dengan $\phi V_n$

Hasil perbandingan nilai geser ijin beserta gambar kolom dan tulangnya ditampilkan pada Tabel 5 dan 6. Berdasarkan analisis bahwa untuk tipe kolom KX10 dan KX14 pada setiap penampang kolom mampu menahan geser, sedangkan tipe kolom KX9 pada setiap penampang kolom menghasilkan nilai  $V_u$  yang melebihi geser ijin kolom. Nilai geser ijin kolom dihitung berdasarkan persamaan yang disyaratkan SNI 2847:2013, seperti Persamaan 1, 2, dan 3.

$$\phi V_c = 0,75(0,17\sqrt{f'c} \cdot b \cdot d) \quad (1)$$

$$\phi V_s = 0,75\left(\frac{A_v f_y d}{s}\right) \quad (2)$$

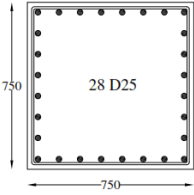
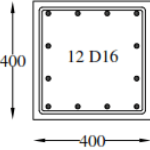
Dengan:  $V_c$  = tegangan geser oleh beton,  $V_s$  = tegangan geser oleh tulangan geser,  $f'c$  = mutu beton,  $f_y$  = mutu tulangan baja,  $b$  = lebar kolom,  $d$  = tinggi kolom,  $A_v$  = luas tulangan geser, dan  $s$  = jarak tulangan geser.

Sedangkan nilai tegangan geser nominal ( $\phi V_n$ ), didapatkan berdasarkan persamaan 3.

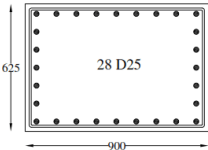
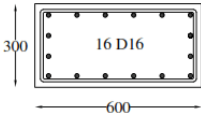
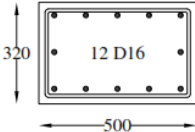
$$\phi V_n = \phi V_c + \phi V_s \quad (3)$$

Tabel 5 Perhitungan geser kolom persegi sama sisi

No.	Frame	Kode	$V_u$ (kN)	$\phi V_c$ (kN)	$\phi V_s$ (kN)	$\phi V_n$ (kN)	Ket
1	2005	KX10	161,379	114,520	125,185	239,705	OK

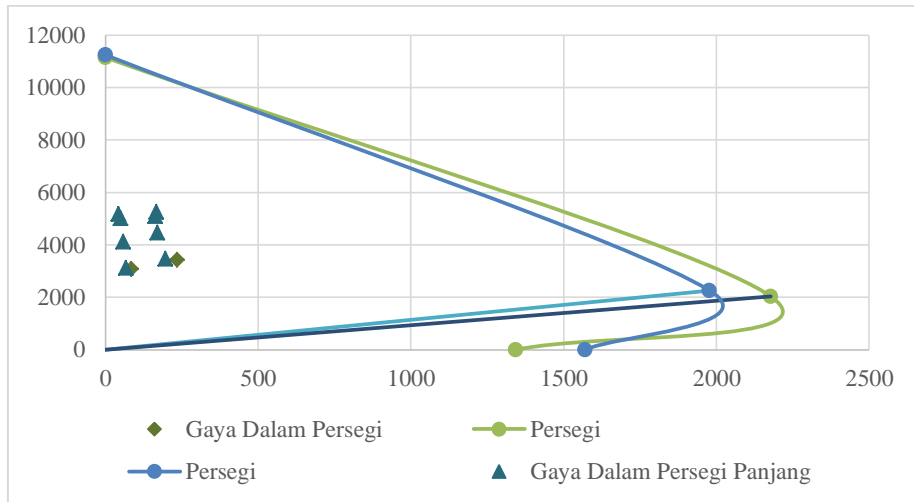
No.	Frame	Kode	Vu (kN)	$\phi Vc$ (kN)	$\phi Vs$ (Kn)	$\phi Vn$ (kN)	Ket
KX9							
2	2198		1930,351	357,876	156,481	514,357	Tidak OK
KX14							
3	2311		142,722	101,796	83,457	185,253	OK

**Tabel 6** Perhitungan geser kolom persegi sama panjang

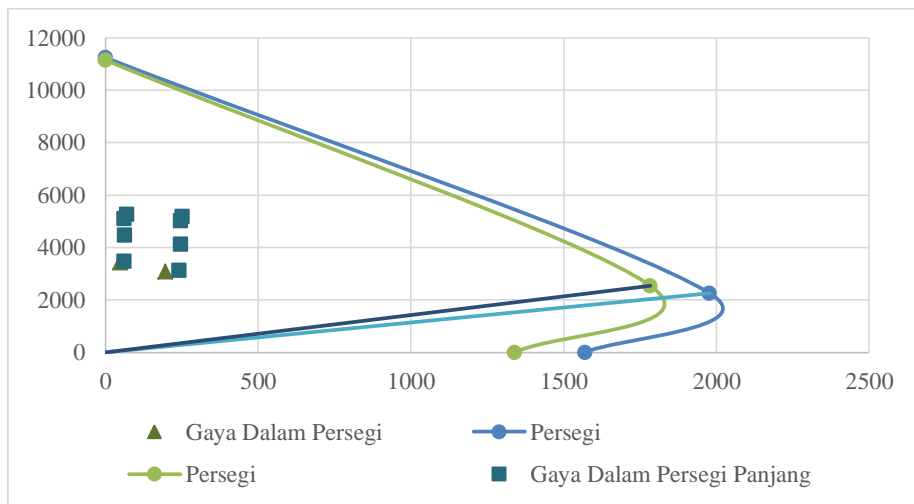
No	Frame	Kode	Vu (kN)	$\phi Vc$ (kN)	$\phi Vs$ (Kn)	$\phi Vn$ (kN)	Ket
KX9							
1	1826		2030,09	357,876	187,778	545,654	Tidak OK
KX10							
2	2005		163,648	114,520	125,185	239,705	OK
KB14							
3	2311		146,349	101,796	104,321	206,117	OK

### Diagram interaksi Pu-Mu

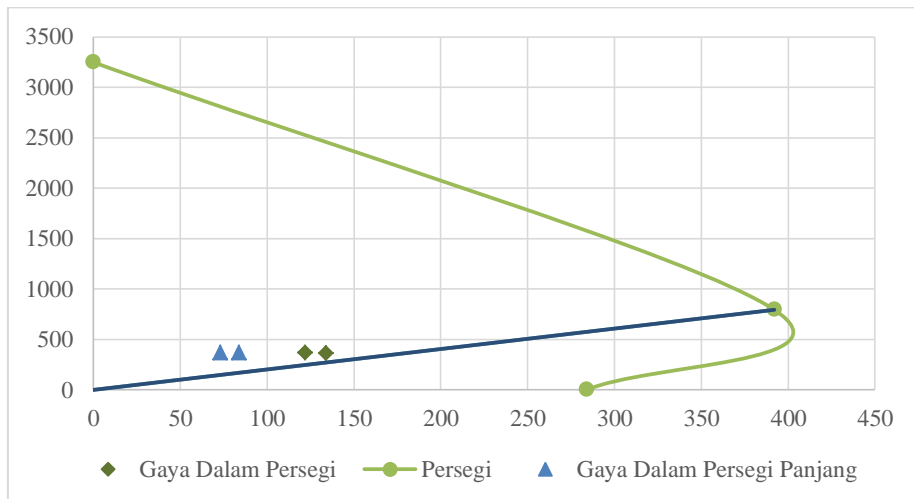
Dari diagram interaksi kolom menunjukkan bahwa kolom dengan tipe KX 9 dan KX10 mampu menerima gaya aksial dan momen lentur, sedangkan tipe KX14 pada sumbu X terjadi keruntuhan tarik pada kolom persegi sama sisi, karena mendekati garis kuat rencana. Hasil dari analisis ditunjukkan pada Gambar 4-9.



**Gambar 4** Diagram Pn-Mn KX9 sumbu X

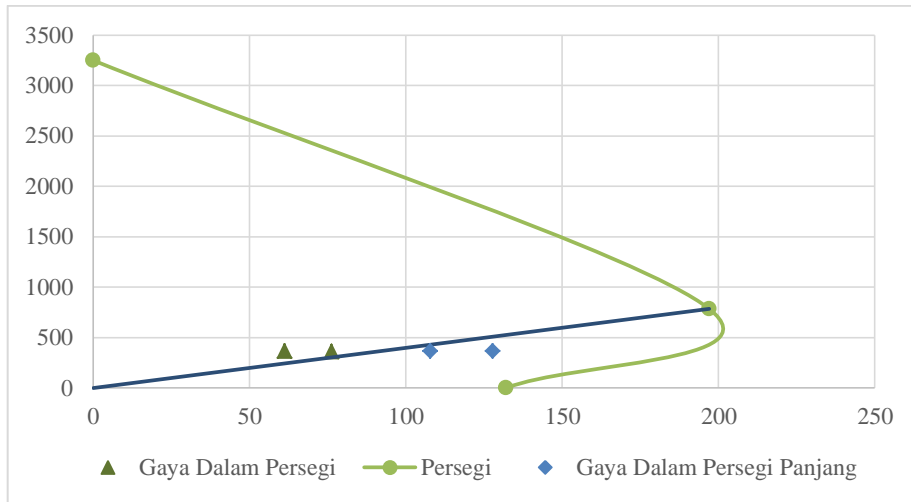


**Gambar 5** Diagram Pn-Mn KX9 sumbu Y

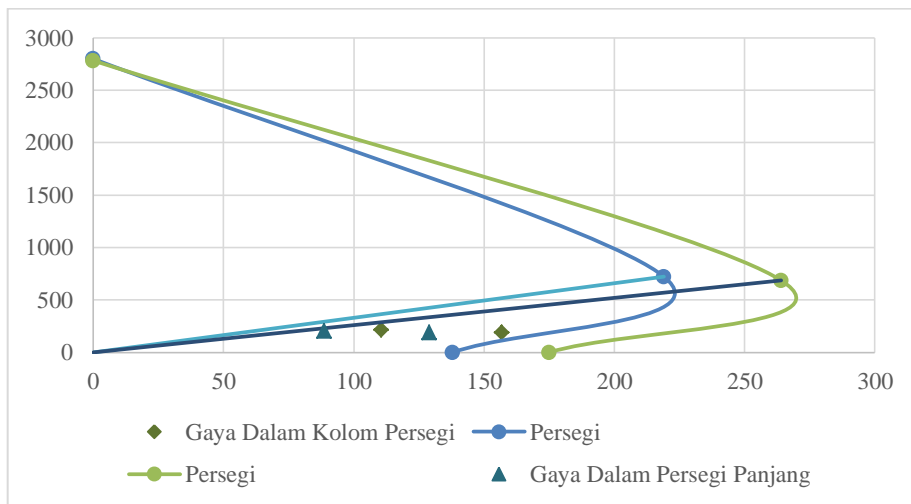


**Gambar 6** Diagram Pn-Mn KX10 sumbu X

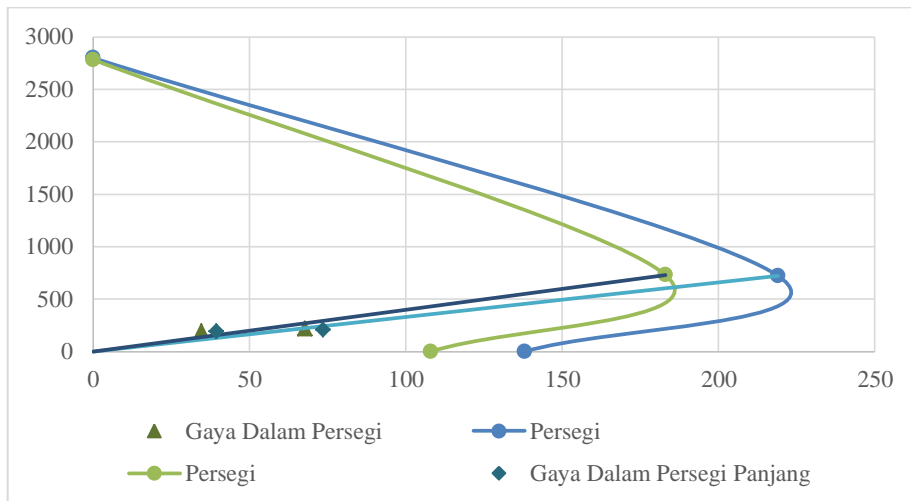




**Gambar 7** Diagram Pn-Mn KX10 sumbu Y



**Gambar 8** Diagram Pn-Mn KX14 sumbu X



**Gambar 9** Diagram Pn-Mn KX14 sumbu Y

**Panjang tekuk kolom**

Berdasarkan SNI 1726:2012, bahwa selisih kekakuan lateral pada tingkat atasnya adalah 30% atau selisih 20% dengan kekakuan lateral rata-rata tiga tingkat di atasnya. Perhitungan panjang tekuk kolom dengan rumus berdasarkan SNI 2847:2013 seperti Persamaan 4-7 dan hasil yang ditampilkan pada Tabel 7.

$$I_c = \frac{0,70bh^3}{12} \tag{4}$$

$$I_b = \frac{0,35bh^3}{12} \tag{5}$$

$$E_c = \sqrt{4700} f'c \tag{6}$$

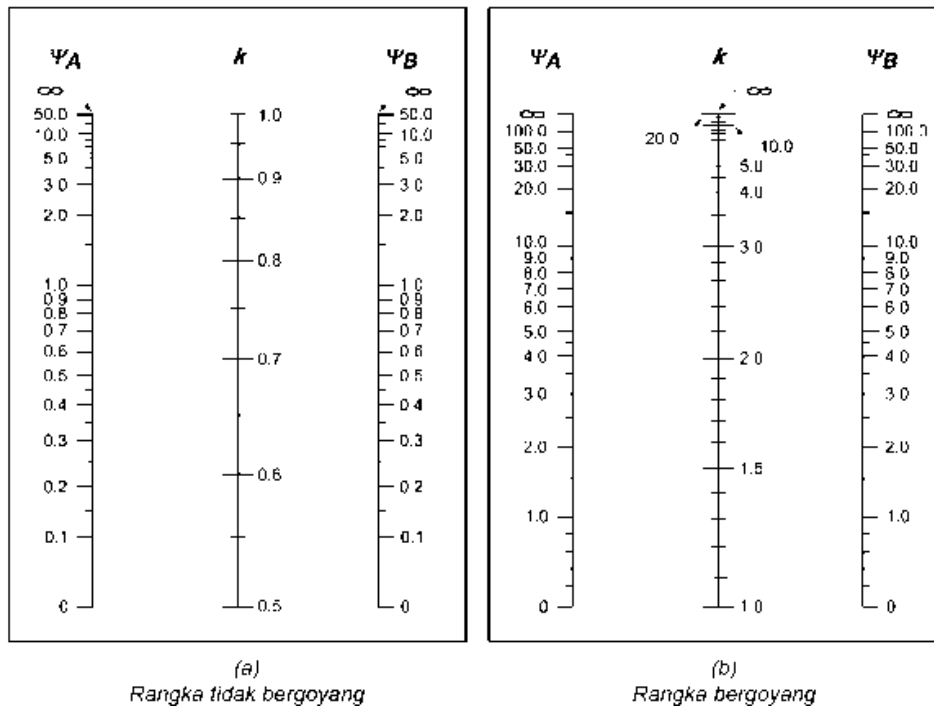
Dengan:  $I_c$  = inersia penampang utuh kolom,  $I_b$  = inersia penampang utuh balok,  $E_c$  = modulus elastisitas.

Struktur gedung pada penelitian ini merupakan portal bergoyang, maka lantai paling bawah untuk nilai  $\psi_B$  adalah 0. Perhitungan untuk nilai  $\psi_A$  ditunjukkan pada Persamaan 7.

$$\psi = \frac{\sum \left( \frac{E \cdot I_c}{H} \right)}{\sum \left( \frac{E \cdot I_b}{l} \right)} \tag{7}$$

Dengan:  $\psi$  = derajat hambatan pada ujung kolom.

Menentukan  $k$  = faktor panjang efektif dengan menarik dua nilai  $\psi$  seperti pada Gambar 10.



**Gambar 10** Faktor panjang efektif ( $k$ )

**Tabel 7** Panjang tekuk kolom

Lantai	H (mm)	Kolom Persegi Sama Sisi				Kolom Persegi Panjang			
		k	k×H (mm)	Selisih antar lantai	Ket.	k	k × H (mm)	Selisih antar lantai	Ket.
LG1	3000	1,85	4440	54,88%	Tidak	1,89	4536	61,43%	Tidak
G	3000	4,1	9840	36,10%	Tidak	4,9	11760	36,36%	Tidak
UG	5000	3,5	15400	40,00%	Tidak	4,2	18480	42,42%	Tidak
1	3400	3,3	9240	9,70%	OK	3,8	10640	5,26%	OK
2	3400	2,98	8344	6,04%	OK	3,6	10080	8,33%	OK
3	3400	2,8	7840	7,14%	OK	3,3	9240	3,03%	OK
4	3400	2,6	7280	12,69%	OK	3,2	8960	18,13%	OK
5	3400	2,27	6356	7,49%	OK	2,62	7336	8,02%	OK
6	3400	2,1	5880	0%	OK	2,41	6748	0%	OK
7	3400	2,1	5880	0%	OK	2,41	6748	0%	OK
8	3400	2,1	5880	11,90%	OK	2,41	6748	9,54%	OK
9	3400	1,85	5180			2,18	6104		

## KESIMPULAN

Hasil analisis dari penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Gaya aksial untuk bentuk apapun memiliki nilai yang sama ataupun mendekati, selama luas penampang kolom dan luas tulangan total tidak ada perbedaan. Gaya momen dan gaya geser kolom persegi panjang menghasilkan nilai yang lebih kecil pada sumbu kuat X, sedangkan pada sumbu lemah Y menghasilkan nilai yang lebih besar.
2. Simpangan struktur sumbu kuat X dengan kolom persegi panjang lebih besar 10,81%, sedangkan pada sumbu lemah Y lebih kecil 12,05% dari pada kolom persegi panjang. Maka dari itu struktur gedung dari arah Y lebih kuat dalam menerima gaya gempa dibanding dari arah X.

## DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. 2012. *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung. SNI-1726-2012*. Bandung: Badan Standarisasi.
- Badan Standarisasi Nasional. 2013. *Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung. SNI-2847-2013*. Bandung: Badan Standarisasi.
- Ertanto, Riskiawan. 2015. Analisis Perbandingan Perilaku Struktur Pada Gedung Dengan Variasi Bentuk Penampang Kolom Beton Bertulang. *Skripsi*. Denpasar: Fakultas Teknik Universitas Udayana.
- Limbongan, S., S. O. Dapas, dan S. E. Wallah. 2016. Analisis Struktur Beton Bertulang Kolom Pipih Pada Gedung Bertingkat. *Jurnal Sipil Statik*. 4(8): 499-508.

- Pramesti, N.R. 2018. Analisis Perilaku Bangunan Tidak Beraturan Horizontal dengan Variasi Dimensi Kolom Terhadap Gempa. *Skripsi*. Jakarta: Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta.
- Sudarsana, I.K., D. Putra, dan A.A.A.I. Laksemana Dewi. 2016. “Pengaruh Bentuk Penampang Kolom Terhadap Kinerja Struktur Beton Bertulang”. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*. 20(1): 58-65