ANALISIS PERBANDINGAN PENGGUNAAN KOLOM KONVENSIONAL DAN KOLOM BERBENTUK KHUSUS (*SPECIAL SHAPED COLUMN*) PADA GEDUNG BERTINGKAT SEDANG

Abdullah Indra Pratama[1], Eka Susanti[2]

[1,2]Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, ITATS

e-mail: abdullahindrapratama@gmail.com

ABSTRACT

The importance of the problem of reducing the space area in a building due to conventional columns can be pursued by using a flat column structure or a column with an asymmetric cross-section shape (special shaped column) which includes L, T and + (plus) shapes by adjusting the configuration of the column placement on the plan. In this study, comparing the analysis of reinforced concrete apartment construction with the use of conventional columns and special shaped columns for high-rise buildings with a moderate height category of 6 floors. Analysis based on several special column types with a thickness of 20 cm. The condition of the building is located on hard ground and is located in Surabaya. The type of structural system is SRPMM (Intermediate Moment Bearer Frame System). Earthquake load design and structural design refers to SNI 1726:2019 and SNI 2847:2019. Control of structural behavior includes control of deviation, period and mass participation. Thus, it produces internal forces which are used as the basis for planning the reinforcement of beam, column and beam-column joints. The results showed that special column modeling can only be done by means of a custom section (section designer), the deviation between levels (Y direction) of the special column is smaller than the conventional column (respectively 38.07 mm and 39.852 mm) and the variety of mass participation shows special columns are more brittle or flexible than conventional columns ($T_{special}$ = 0.756 sec> $T_{conventional}$ = 0.698 sec).

Keyword:*Special shaped column, Earthquake resistant buildings, Column.*

ABSTRAK

Pentingnya permasalahan terhadap pengurangan luas ruang pada sebuah bangunan akibat kolom konvensional dapat diupayakan dengan penggunaan struktur kolom pipih atau kolom dengan bentuk penampang asimetri (kolom berbentuk khusus) yang meliputi bentuk L, T dan + (*plus*) dengan menyesuaikan konfigurasi peletakan kolom pada denah. Pada penelitian ini, membandingkan analisis pembangunan apartemen beton bertulang dengan penggunaan kolom konvensional dan kolom berbentuk khusus untuk gedung bertingkat dengan kategori ketinggian sedang sejumlah 6 lantai. Analisis berdasarkan beberapa tipe kolom khusus dengan ketebelan 20 cm. Kondisi bangunan terletak pada tanah keras dan berlokasi di Surabaya. Jenis sistem strukturnya adalah SRPMM (Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah). Desain beban gempa serta desain struktur merujuk pada SNI 1726:2019dan SNI 2847:2019. Kontrol perilaku struktur yang dilakukan meliputi kontrol terhadap simpangan, periode dan partisipasi massa. Sehingga, menghasilkan gaya dalam yang digunakan sebagai dasar perencanaan penulangan elemen balok, kolom dan sambungan balok-kolom. Hasil penelitian menunjukkan, pemodelan kolom khusus hanya dapat dilakukan dengan cara *custom section* (*section designer*), simpangan antar tingkat (arah Y) kolom khusus lebih kecil daripada kolom konvensional (berturut-turut 38,07 mm dan 39,852 mm) dan ragam partisipasi massa menunjukkan kolom khusus lebih getas atau fleksibel daripada kolom konvensional (T_{khusus} = 0,756 det > $T_{konvensional}$ = 0,698 det).

Kata kunci: Kolom berbentuk khusus, Gedung tahan gempa,Kolom.

PENDAHULUAN

Struktur kolom pipih, biasa digunakan dibangunan tradisional pada rumah sederhana dengan ketinggian 2 lantai. Struktur ini memiliki dimensi kolom yang rata dengan dinding. (Steven Limbongan, 2016), tujuan dari penggunaan kolom pipih adalah mengatasi permasalahan terhadap pengurangan luas ruang yang sudahterencana. Kolom pipih tersebut berupa kolom berbentuk khusus (*special shaped column*) yang merupakan kolom dengan bentuk penampangasimetri, sebuah alternative solusi untuk menjawab persoalan tersebut. Kolom berbentuk khusus ini meliputi bentuk L, T dan + (*plus*).

Seiring dengan perkembangan zaman, kebutuhan ruang yang luas pada bangunan bertingkat juga menjadi tuntutan bagi para arsitek sebagai pelaku desain dalam rancangannya. Hal tersebut dapat berupa ruangan bebas kolom atau dengan penggunaan kolom pipih yang tebalnya mengikuti lebar dari ukuran dinding (kolom berbentuk khusus), sehingga akan menimbulkan kesan ruang yang luas dan estetik. Perluasan ini memberikan dampak yang baik,berkaitan dengan penggunaan ruang dan furniture yang maksimal juga dapat diaplikasikan kedalam bangunan tersebut. Bangunan tinggi memiliki beban yang besar,tentu juga membutuhkan struktur penopang yang besar pula, sehingga nantinyamampu menahan perilaku dari struktur seperti *storey drift, storeydisplacement, storey stiffness* dan lain-lain akibat efek dari gaya lateral secara mendasar.

Hasil penelitian sebelumnya (Atickur Rahaman, 2018), penggunaan kolom khusus pada bangunan tinggi dengan ketinggian 6, 10, 15 dan 20 lantai menunjukkan bahwa performa bangunan dengan kolom penampang asimetri akan lebih baik ketika menerima beban gempa dan beban angin dibandingkan dengan kolom simetri pada kondisi beban yang sama. Penelitian terdahulu lainnya(Steven Limbongan, 2016), membandingkan antara 3 kolom dengan tebal berbeda pada bangunan 2 lantai, meliputi tebal 15cm, 20cm dan 25cm. Hasil penelitiannya menyebutkan bahwa tebal 20cm dianggap

sebagai pilihan yang ekonomis. Menurut Mulyono (2000), Gedung bertingkat kategori ketinggian sedang adalah gedung yang memiliki ketinggian kurang dari 20m dengan jumlah lantai 3 sampai 6 lantai.

Pada penelitian ini, akan membandingkan analisis pembangunan apartemen beton bertulang dengan penggunaan kolom konvensional dan kolom berbentuk khusus untuk gedung bertingkat dengan kategori ketinggian sedang sejumlah 6 lantai. Analisis berdasarkan beberapa tipe kolom khusus dengan ketebelan 20 cm. Kondisi bangunan terletak pada tanah keras dan berlokasi di Surabaya. Jenis sistem strukturnya adalah SRPMM (Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah). Desain beban gempa serta desain struktur merujuk pada Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non gedung (SNI 1726:2019) dan Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung (SNI 2847:2019).

TINJAUAN PUSTAKA

Dasar dalam perencanaan bangunan gedung tahan gempa yaitu terdapatnya komponen dari struktur yang di ijinkan terjadinya kelelehan. Komponen struktur yang leleh tersebut adalah komponen yang menampung energi gempa selama proses gempa berlangsung. Supaya terpenuhi konsep perencanaan struktur bangunan gedung tahan gempa tersebut, maka pada saat gempa berlangsung yang diutamakan adalah kelelehan tersebut terjadi hanya pada balok saja. Oleh karena itu, kolom dan sambungan harus direncanakan dengan benar agar kedua komponen struktur tersebut tidak mengalami kelelehan ketika terjadinya gempa.

Geser Dasar Seismik

Sesuai SNI 1726-2019 untuk gaya geser dasar seismik diperoleh menggunakan rumus berikutini.

$$V = Cs.W \ldots\ldots(1)$$

Dimana: Cs = Koefisien respon seismik
W = Berat seismik efektif

Periode Alami Fundamental

Sesuai SNI 1726-2019 untuk periode alami fundamental diperoleh menggunakan perumusan berikut ini.

$$T_{a\max} = C_t.h_n^x \ldots\ldots(2)$$
$$T_{a\max} = C_u.T_{a\min} \ldots\ldots(3)$$

Dimana: C_u = Koefisien batas atas sesuai (S_{D1})
$T_{a\min}$ = Nilai batas bawah perioda
$T_{a\max}$ = Nilai batas atas perioda

Percepatan Gempa MCE_R

Sesuai SNI 1726-2019 untuk percepatan gempa maksimum diperoleh menggunakan perumusan berikut ini.

$$S_{MS} = F_a.S_s \ldots\ldots(4)$$
$$S_{M1} = F_v.S_1 \ldots\ldots(5)$$

Dimana: F_a = Koefisien respon seismik
S_s = Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R untuk periode pendek
S_1 = Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R untuk periode 1,0 detik

Parameter Percepatan Spektral Desain

Sesuai SNI 1726-2019 parameter percepatan spektral desain untuk periode diperoleh menggunakan perumusan berikut ini.

$$S_{DS} = \frac{2}{3} S_{MS} \ldots\ldots(6)$$
$$S_{D1} = \frac{2}{3} S_{M1} \ldots\ldots(7)$$

Dimana: S_{DS} = Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode pendek
S_{D1} = Parameter respons spektral percepatan gempa MCE_R terpetakan untuk periode 1,0 detik

Kombinasi Pembebanan

Sesuai SNI 1726-2019 parameter desain spektrum untuk periodekombinasi dan pengaruh beban gempa diperoleh menggunakan kombinasi berikut.

$$U_1 = 1{,}4D \ldots\ldots (8)$$
$$U_2 = 1{,}2D + 1{,}6L + 0{,}5(Lr\ atau\ R) \ldots\ldots (9)$$
$$U_3 = 1{,}2D + 1{,}6(Lr\ atau\ R) + (1Lr\ atau\ 0{,}5W) \ldots\ldots (10)$$
$$U_4 = 1{,}3D + 1{,}0L \pm 0{,}3E_x \pm 1{,}0E_y \ldots\ldots (11)$$
$$U_5 = 1{,}3D + 1{,}0L \pm 1{,}0E_x \pm 0{,}3E_y \ldots\ldots (12)$$
$$U_6 = 0{,}8D \pm 0{,}3E_x \pm 1{,}0E_y \ldots\ldots (13)$$
$$U_7 = 0{,}8D \pm 1{,}0E_x \pm 0{,}3E_y \ldots\ldots (14)$$

Dimana: D = Beban mati
L = Beban hidup
L_r = Pengaruh beban di atap
R = Beban hujan
W = Beban angin
E_x = Berat seismik efektif arah X
E_y = Berat seismik efektif arah Y

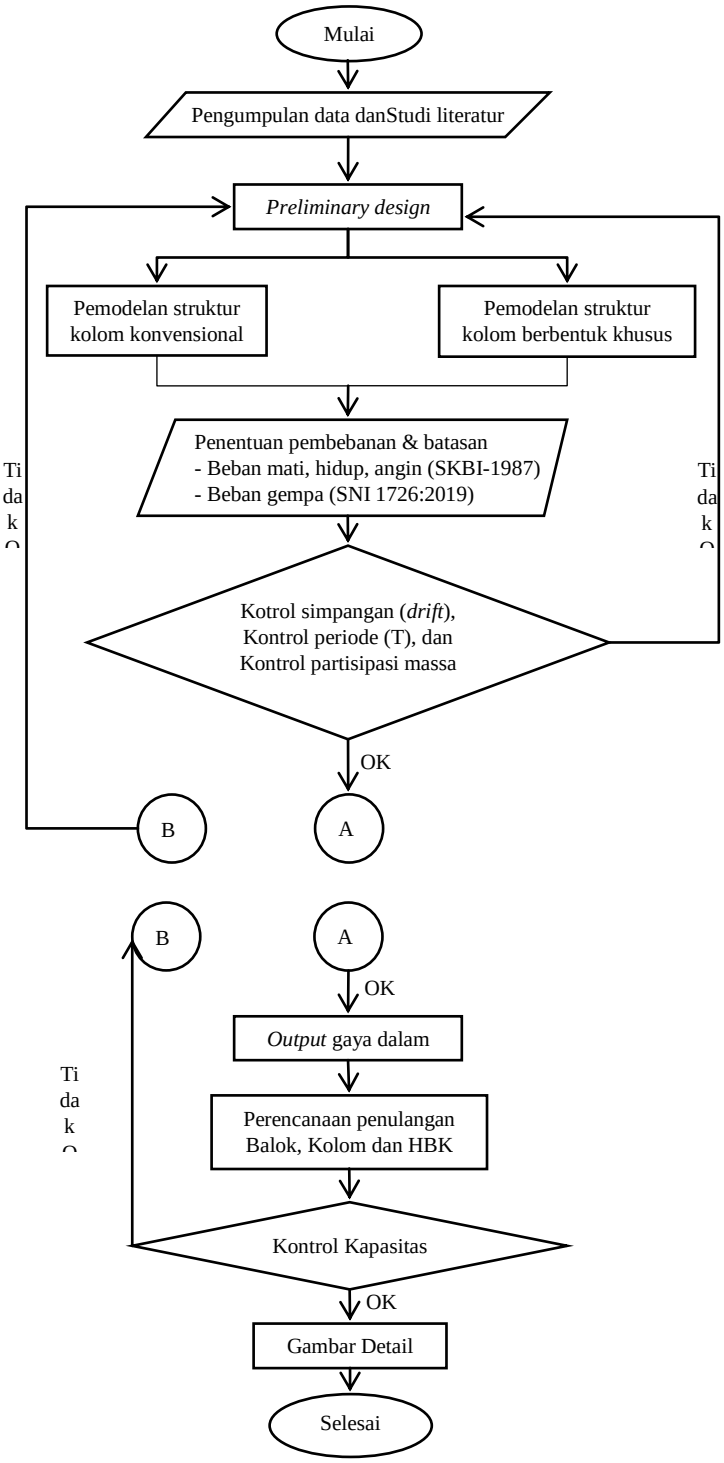
Simpangan Antar Lantai
Sesuai SNI 1726-2019 untuk simpangan antar lantai diperoleh menggunakan perumusan berikut ini.

$$\delta_x = \frac{C_d\ \delta_{xe}}{I_e} \ldots\ldots (15)$$

Dimana: C_d = Faktor amplifikasi defleksi
δ_{xe} = Defleksi pada lokasi
I_e = Faktor keutamaan gempa

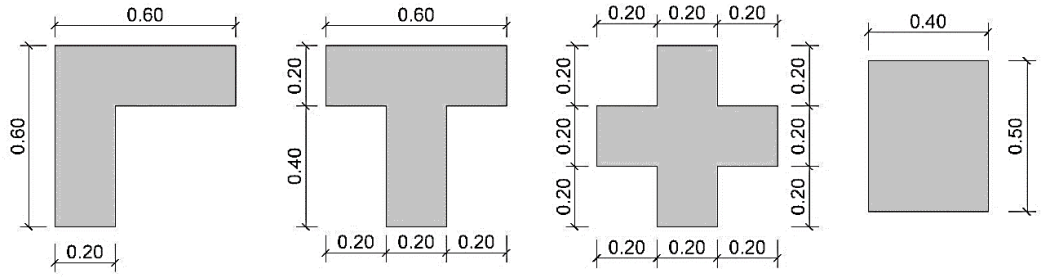
METODE

Metode pada penelitian ini menggunakan analisis respons spektrum dengan bantuan program *software* SAP2000 V14(*Copyright* 1976-2010 *Computers and Structures, Inc*). Untuk mewujudkan semua uraian tersebut maka analisis akan dilakukan sesuai prosedur yang telah ditetapkan.



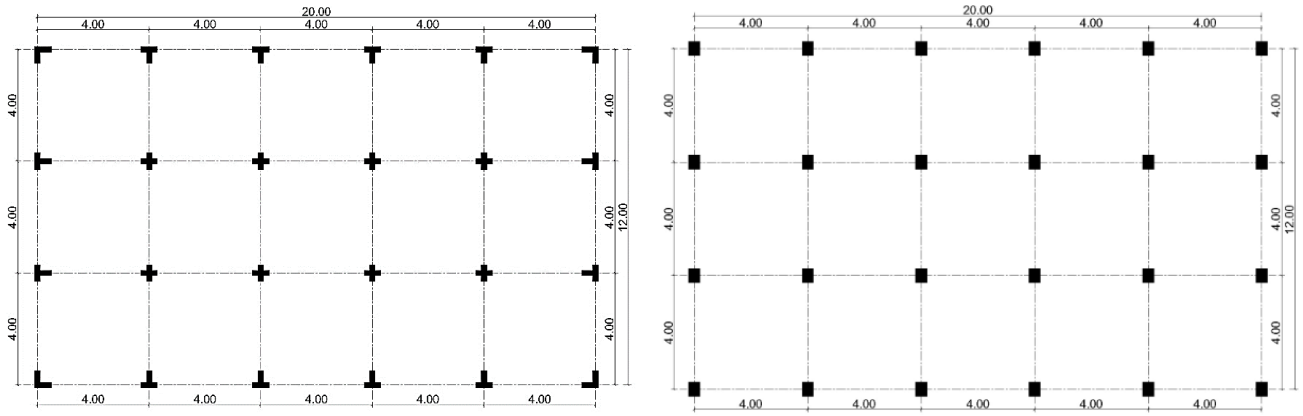
Gambar 1. Diagram alir perencanaan struktur

Pemodelan ini akan menggunakan kolom dengan 3 bentuk khusus dan 1 bentuk persegi dengan luasan sama/setara yang ditata sesuai konfigurasi rencana pada denah dan merujuk pada perencanaan kolom SRPMM(Sistem Rangka Pemikul Momen Menengah) dengan dimodelkan pada 2 tipe gedung antara kolom konvensional (persegi) dan kolom berbentuk khusus dengan tingkat 6 lantai untuk mengetahui kemampuan kolom dalam menerima pengaruh respons spektrum. Berikut ini adalah pemodelan kolom dan gedung yang akan digunakan, yaitu:



Gambar 2. Bentuk kolom berbentuk khusus L, T, + (plus) dan kolom konvensional (persegi)

Sumber : dokumen pribadi (2020)



(a) (b)

Gambar 3. a) Denah kolom berbentuk khusus, b) Denah kolom konvensional

Sumber : dokumen pribadi (2020)

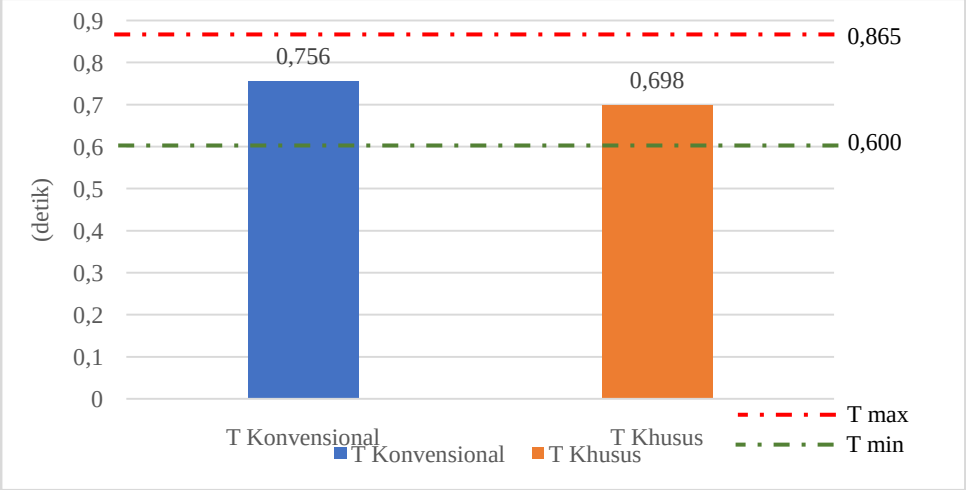
Keterangan: Gambar 2 dan Gambar 3 dalam satuan meter.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan yang telah dilakukan menghasilkan hasil yang dapat dilakukan perbandingan, sub bab ini membahas perbandingan periode fundamental gedung dengan konfigurasi kolom konvensional vs gedung dengan konfigurasi kolom khusus, perbandingan modal partisipasi massa, perbandingan simpangan antar lantai *story drift*, dan rekapitulasi detail kolom konvensional serta kolom khusus.

Periode Getar Fundamental

Periode getar fundamental pada masing masing pemodelan gedung telah dilakukan perhitungan, berdasarkan perhitungan tersebut dilakukan plot melalui bar chart sehingga dapat dilakukan analisis perbandingan antara periode gedung dengan menggunakan konfigurasi kolom konvensional vs konfigurasi gedung menggunakan konfigurasi kolom bentuk khusus. Bar chart perbandingan kedua periode gedung tersebut diplot pada Gambar 4 berikut.

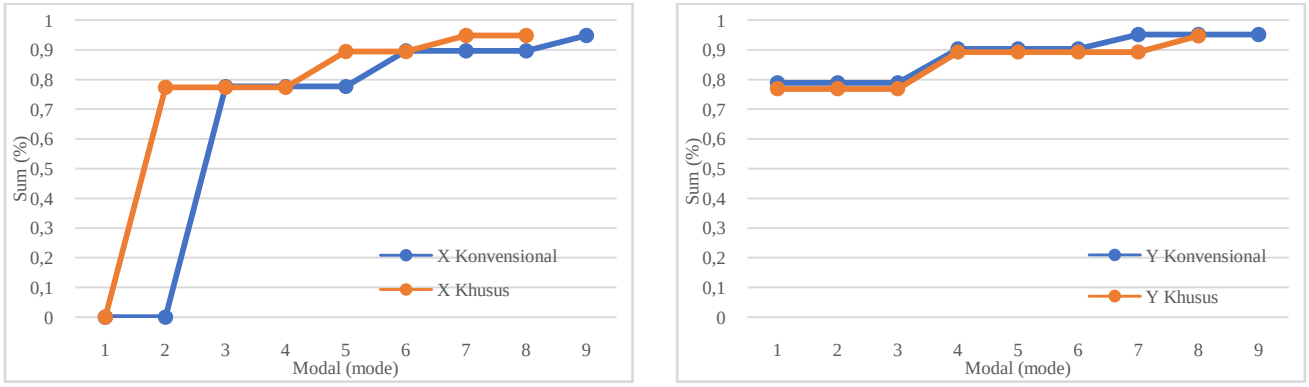


Gambar 4. Diagram Perbandingan Periode (T) Konvensional vs Khusus
Sumber : dokumen pribadi (2020)

Berdasarkan Gambar 4 menunjukan bahwa $T_{computed}$ yang digunakan sebagai kedua nya melampaui T_{min} dan tidak melebihi T_{max} sehingga $T_{computed}$ tersebut merupakan T_{pakai} yang digunakan sebagai periode getar fundamental. Berdasarkan diagram perbandingan tersebut juga menunjukan bahwa besaran T_{pakai} paka pemodelan gedung dengan konfigurasi kolom khusus memiliki periode getar fundamental lebih kecil dengan nilai 0,698 dibanding periode getar fundamental pada pemodelan gedung dengan konfigurasi kolom konvensional, dengan demikian pengaplikasian bentuk kolom khusus membuat struktur gedung menjadi lebih getas atau dengan kata lain tidak se-fleksibel gedung dengan kolom konvensional berdasarkan perilaku struktur gedung yang terjadi.

Ragam Partisipasi Massa Terkombinasi / MPMR

Jumlah ragam terkombinasi atau partisipasi massa struktur gedung dengan kolom konvensional dan kolom khusus telah dilakukan, dari perhitungan tersebut partisipasi massa kedua struktur Gedung tersebut dianalisis menggunakan program bantu*software* SAP2000V14(*Copyright* 1976-2010 *Computers and Structures, Inc*) dengan metode modal/mode. Mode yang terjadi pada masing masing struktur gedung tersebut harus melampaui minimal 90%.



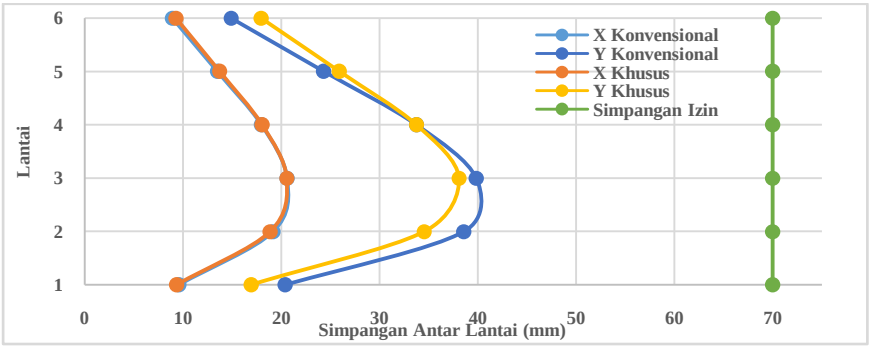
(a) (b)

Gambar 5. a) Perbandingan Ragam Partisipasi Massa Arah X, b) Perbandingan Ragam Partisipasi Massa Arah Y
Sumber : dokumen pribadi (2020)

Berdasarkan Gambar 5 Perbandingan Ragam Partisipasi Massa Arah X dan Arah Y menunjukan bahwa pada masing masing arah orthogonal pemodelan Gedung dengan kolom khusus lebih getas dikarenakan lebih dulu mencapai partisipasi massa minimal 90% pada modal ke 8, sedangkan pada gedung dengan kolom konvensional persyaratan terpenuhi pada modal ke 9.

Simpangan Antar Lantai (*Story Drift*)

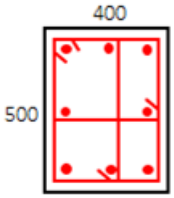
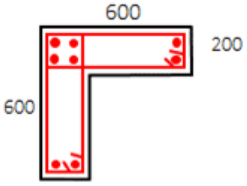
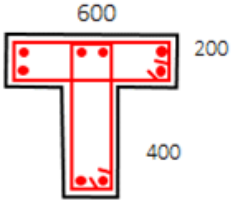
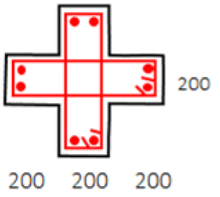
Kedua pemodelan Gedung dengan perbedaan konfigurasi kolom yang telah dilakukan perhitungan menghasilkan perbedaan perilaku struktur diplot di Gambar 6 berikut.



Gambar 6. Grafik Perbandingan Simpangan antar lantai (*Story Drift*) Kolom Konvensional dan Kolom Khusus.
Sumber : dokumen pribadi (2020)

Berdasarkan Gambar 6 pengaplikasian kolom khusus dapat meredam *maximumstory drift* yang terjadi pada lantai 3 arah Y dengan nilai sebesar 38,07 mm sedangkan *maximum stiry drift* untuk Gedung dengan kolom konvensional memiliki besaran nilasi simpangan sebesar 39,852 mm.

Tabel 1. Rekapitulasi Penulangan Kolom

Data ke-	Gambar Kolom	Tulangan				
1	 Kolom Persegi (KP)	Tulangan longitudinal	=	8	D	19
		Tulangan geser	=	D	10	
		Crossties	=	D	10	
		Selimut Beton	=	40	mm	
2	 Kolom bentuk L (KL)	Tulangan longitudinal	=	8	D	19
		Tulangan geser	=	D	10	
		Crossties	=	D	10	
		Selimut Beton	=	30	mm	
3	 Kolom bentuk T (KT)	Tulangan longitudinal	=	8	D	19
		Tulangan geser	=	D	10	
		Crossties	=	D	10	
		Selimut Beton	=	30	mm	
4	 Kolom bentuk T (KT)	Tulangan longitudinal	=	8	D	19
		Tulangan geser	=	D	10	
		Crossties	=	D	10	
		Selimut Beton	=	30	mm	

Sumber : dokumen pribadi (2020)

Berdasarkan Tabel 1menunjukan bahwa dengan melakukan pengaplikasian kolom khusus tersebut menghasilkan tulangan kolom yang sama namun dengan ketebalan selimut yang berbeda, dimana selimut kolom khusus hanya 30 mm sedangkan kolom konvensional 40 mm. Dengan demikian, pengaplikasian kolom dengan bentuk khusus dapat diterapkan sehingga tiap ruangan mendapatkan luasan yang optimal tanpa adanya tonjolan pada tiap sudut ruangan dikarenakan dimensi kolom khusus telah direncanakan selebar tebal dinding bata sebagi penyekat ruangan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil perencanaan bangunan untuk analisis perbandingan penggunaan kolom konvensional & kolom berbentuk khusus pada gedung bertingkat sedang dengan struktur SRPMM dapat diperoleh kesimpulan bahwa pemodelan Gedung yang dilakukan dengan 2 pemodelan tidak memiliki perbedaan urutan pemodelan, hanya saja Ketika pemodelan kolom khusus harus dilakukan dengan cara *custom section (section designer)*, selanjutnya pemodelan dilanjutkan sesuai tahapan dengan melakukan *input*pada masing-masing pembebanan baik beban hidup, beban mati, beban mati tambahan, hingga beban gempa. Setelahnya dilakukan analisis terhadap perilaku yang terjadi yang menghasilkan gaya dalam sehingga dapat diketahui jumlah tulangan yang dibutuhkan. Serta apakah dimensi *preliminary design* masih terpenuhi atau membutuhkan modifikasi.

Perbandingan perilaku struktur dari kedua pemodelan Gedung tersebut adalah Ragam partisipasi massa untuk Gedung dengan kolom konvensional telah melampaui 90% terjadi pada modal ke-9 sedangkan untuk Gedung dengan kolom khusus ragam partisipasi massa melampaui 90% terjadi pada modal ke-8, hal ini menunjukan bahwa Gedung dengan kolom konvensional memiliki perilaku struktur lebih fleksibel dibandingkan Gedung dengan kolom khusus.Nilai periode didapat dari*software* SAP2000V14(*Copyright* 1976-2010 *Computers and Structures, Inc*) untuk Gedung dengan kolom konvensional adalah (T = 0,756 det) sedangkan untuk Gedung dengan kolom khusus adalah (T = 0,698 detik), kedua periode tersebut dibatasi dengan batasan minimal ($T_{a\ min}$= 0,6) dan batasan maksimal ($T_{a\ max}$= 0,865) sehingga kedua periode tersebut memenuhi syarat, perencanaan yang didapatkan efisien & tidak terlalu fleksibel.Simpangan antar tingkat yang terjadi memenuhi syarat dari kedua pemodelannya, simpangan antar tingkat maksimum arah Y pada kolom berbentuk khusus lebih kecil daripada kolom konvensional, berturut-turut sebesar 38,07 dan 39,852 mm.Dengan melakukan pengaplikasian kolom khusus tersebut menghasilkan kebutuhan tulangan kolom yang sama namun dengan ketebalan selimut yang berbeda, dimana selimut kolom khusus hanya 30 mm sedangkan kolom konvensional 40 mm. Dengan demikian pengaplikasian kolom bentuk khusus dapat diterapkan sehingga pada tiap ruangan mendapatkan luasan yang optimal tanpa adanya tonjolan pada tiap sudut ruangan dikarenakan dimensi kolom khusus telah direncanakan selebar tebal dinding bata sebagi penyekat ruangan.

DAFTAR PUSTAKA

[1] Atickur Rahaman, A. M. (2018). *Effect of Special Shaped Column on Lateral Load Resistance Capacity of Reinforced Concrete (RC) Building*. Science Publising Group Vol. 6, No. 5, 147-153.

[2] Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung dan penjelasan SNI 2847:2019*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.

[3] Badan Standarisasi Nasional. (2019). *Tata cara perencanaan ketahanan gempa untuk struktur bangunan gedung dan nongedung SNI 1726:2019*. Jakarta: Standar Nasional Indonesia.

[4] Sawant, A. S. (Vol. 3, Issue 1, Tahun 2017). *Comparison of R.C.C. (Reinforcement Concrete Column) Frames with Rectangular and Special Shaped Columns*. Journals Pub, 57-66.

[5] Steven Limbongan, S. O. (2016). *Analisis Struktur Beton Bertulang Kolom Pipih pada Gedung Bertingkat*. Jurnal Sipil Statik Vol. 4, No. 8, 499-508.

[6] Umum, D. P. (1987). *Pedoman perencanaan pembebanan untuk rumah dan gedung*. Jakarta: Yayasan Badan Penerbit PU.