

## Redesain Kolom Segiempat Ke Kolom Lingkaran Pada Gedung Kejaksaan Tinggi Riau

(Redesign of Rectangular Columns to the Circle Column on Riau's High Procurement Building)

ALI USMAN, YOGA A. HARSOYO

### ABSTRAK

Fasilitas perkantoran banyak dibangun di Indonesia mulai dari kantor untuk pemerintahan hingga swasta. Kantor dibangun sebagian besar menggunakan kolom pada umumnya yakni kolom berpenampang persegi. Penampang kolom dengan bentuk lain yakni kolom lingkaran, kolom ini ketika berada dilapangan pada perkantoran jarang digunakan sehingga peneliti melakukan penelitian yang bisa menjadi saran bahwa kolom lingkaran baik digunakan pada bangunan kantor dari segi biaya, tulangan dan beban gempa. Redesain dilakukan pada gedung Kejaksaan Tinggi Riau dimana yang redesain pada kolom utama K1. Perancangan ulang dibantu dengan Etabs 2016 serta SNI 2847:2013, SNI 1726:2013, SNI 1727:2013 dan peraturan lain. Salah satu langkah menjadi pembeda dari penelitian lain diagram interaksi 1%-6% dibuat secara manual berdasarkan SNI 2847:2013 untuk penentuan persen tulangan utama kolom. Penelitian membuahkan hasil dimana kolom lingkaran dari biaya lebih murah 48,7% dari persegi. Kebutuhan tulangan utama lebih kecil dari persegi dengan persentase 3,13%. Sengkang 85,08 persen lebih kecil lingkaran. Kinerja menahan beban gempa kolom lingkaran hampir menyamai dengan persegi dengan selisih displacement pada arah x dan y sebesar 0,0001 m. Sehingga dari hasil disimpulkan bahwa kedepannya dalam membangun sebuah gedung kantor tidak hanya menggunakan kolom persegi sebagai kolom utama tetapi juga dapat menggunakan kolom lingkaran sebagai kolom utama.

**Kata kunci:** kolom lingkaran, kolom persegi, diagram interaksi kolom, desain ulang kolom, SNI 2847:2013

### ABSTRACT

*Office facilities have been built in Indonesia ranging from offices for government to private. The office was built mostly using columns in general, square columns. Column cross-section with another form that is a circle column, this column when in the field in offices is rarely used so researchers conduct research that could be a suggestion that the circle column is good for office buildings in terms of cost, reinforcement and earthquake load. The redesign was carried out at the Riau High Prosecutors building where the redesign was in the main column K1. The redesign was assisted with Etabs 2016 and SNI 2847: 2013, SNI 1726: 2013, SNI 1727: 2013 and other regulations. One step becomes a differentiator from other studies 1% -6% interaction diagram created manually based on SNI 2847: 2013 for determining the main percent reinforcement column. The research yielded results where the circle column of the cost is 48,7% cheaper than the square. The need for major reinforcement is smaller than a square with a percentage of 3,13%. Brace 85,08 percent smaller circle. The performance of withstanding earthquake column circle loads is almost equal to square with displacement difference in the x and y directions of 0,0001 m. So from the results concluded that in the future in building an office build not only uses a square column as the main column but also can use the circle column as the main column.*

**Keywords:** circle column, square column, column interaction diagram, column redesign, SNI 2847:2013

## PENDAHULUAN

Struktur pada umumnya terdiri 2 kelompok umum struktur yakni kelompok struktur atas dan bawah. SNI 1726:2012 mendefinisikan struktur atas meliputi yang posisinya berada diatas muka tanah sedangkan struktur bawah adalah struktur yang terletak di bawah muka tanah. Struktur atas salah satu diantaranya yakni kolom. Kolom berdasarkan bentuknya menurut Setiawan (2016) ada 5 diantaranya yakni berbentuk bujur sangkar (persegi) dan bentuk lainnya (lingkaran atau bentuk lain). Kolom berbentuk lingkaran ketika dilapangan pada bangunan perkantoran jarang sekali digunakan pada bangunan yang digunakan sebagai fasilitas perkantoran sehingga perlu ada penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan kolom lingkaran pada bangunan kantor untuk menjadi saran untuk meningkatkan minat para perancang untuk menggunakan kolom lingkaran pada bangunan kantor.

Kolom adalah bagian dari struktur atas bangunan yang berfungsi sebagai struktur utama tekan yang menahan beban berasal dari beban hidup, dan beban mati yang diteruskan ke pondasi (Agus & Pranata, 2018). Kolom yang diteliti memiliki bentuk lingkaran yang mana bentuk ini jarang digunakan pada bangunan kantor. Penelitian mengenai variasi bentuk kolom juga dilakukan oleh Sudarsana et al (2016) salah satu bentuk yang dipakai adalah lingkaran namun dalam penelitiannya ini dilakukan dengan membuat model sendiri bukan menggunakan bangunan yang sudah terdapat dilapangan sedangkan peneliti menggunakan bangunan yang telah ada dilapangan dengan cara meredesain kolom. Redesain dilakukan untuk menganalisa

perbedaan kolom persegi dan kolom lingkaran. Redesain dilakukan pada bangunan Kejaksaan Tinggi Riau pada kolom utama K1 dengan penampang persegi. Redesain dilakukan dengan bantuan peraturan SNI 2847:2013 untuk menganalisa kolom beton bertulang, SNI 1726:2012 untuk menganalisa beban gempa serta SNI 1727:2013 sebagai peraturan yang digunakan untuk menganalisa beban gempa. Bangunan Kejaksaan Tinggi Riau dapat dilihat pada Gambar 1.

Tulangan kolom lingkaran maupun persegi diatur dalam SNI 2847:2013 dengan batas 1 hingga 6 persen. Penentuan persen tulangan pada kolom terdapat beberapa pendekatan menggunakan diagram interaksi kolom, di Indonesia yang dikenal yakni diagram interaksi yang dibuat oleh Arfiadi (2017) dan dari luar yakni diagram interaksi kolom yang dibuat oleh ACI. Diagram interaksi kolom yang dibuat oleh yoyong dibuat dengan menggunakan SNI 2847:2013 dan ACI 318 M-11.

Redesain kolom berpenampang persegi ke kolom berpenampang lingkaran menggunakan SNI 2847:2013 dan SNI 1726:2013 serta SNI 1727:2013 untuk mencari pengaruh penggunaan kolom dan efisiensi tulangan pada bangunan Kejaksaan Tinggi Riau. Meneliti pengaruh penggunaan kolom dan efisiensi tulangan yang dipakai dilakukan untuk mengetahui kebutuhan tulangan dan penampang yang tepat, gaya geser yang terjadi, displacement, simpangan, biaya dan efisiensi tulangan yang dipakai. Hasil yang didapat nantinya digunakan sebagai pembanding antara kedua kolom (berpenampang persegi dan berpenampang lingkaran) sehingga bisa menjadi saran yang menguatkan bahwa kolom lingkaran tidak kalah baik bila digunakan pada bangunan perkantoran.



GAMBAR 1. Bangunan Kejaksaan Tinggi Riau

## METODE PENELITIAN

### *Pengumpulan Data*

Data yang dikumpulkan berupa data tanah, denah, detail, standar dan biaya. Data tanah berupa data borlog. Data denah berupa denah balok, kolom dan plat. Data detail berupa detail atap, balok, kolom dan plat. Data standar berupa SNI 2847:2013, SNI 03-1727-1989, SNI 03 1726:2012 dan SNI 03-1727-2013. Data biaya dari owner tidak bisa diperoleh.

### *Pendataan Kolom*

Kolom yang digunakan merupakan kolom utama berukuran 600x600 dengan tulangan utama berukuran 22 mm berjumlah 16 buah.

### *Penentuan Geometri Kolom Lingkaran*

Kolom lingkaran yang digunakan untuk redesain ditentukan menggunakan diameter sebesar 700 mm.

### *Pendefinisian Beban Bekerja*

Banyak penelitian seperti penelitian yang dilakukan oleh Nugraha et al. (2017) menggunakan 3 jenis beban yang bekerja yakni beban hidup, mati dan gempa, penelitian lain yang menggunakan 3 jenis beban tersebut yakni Kusumowibowo dan Wahyuni (2017). Beban yang digunakan dalam penelitian ini yakni beban hidup, beban mati, angin, hujan dan beban gempa yang dihitung berdasarkan SNI 1727-1989, SNI 1727-2013 dan SNI 1726-2012. Terdapat 2 SNI pembebanan tahun 1989 hal ini dikarenakan pada SNI pembebanan tahun 2013 tidak terdapat berat material yang digunakan dimana berat material ini berguna dalam menghitung beban mati yang bekerja.

### *Perhitungan Beban Bekerja*

Beban mati, hidup, hujan dan beban gempa digunakan dalam bentuk kombinasi. SNI 1726:2012 yang merupakan SNI untuk beban gempa memberikan 2 jenis kombinasi untuk metode beban ultimit dan kombinasi untuk metode tegangan ijin. Penelitian ini menggunakan kombinasi pembebanan untuk metode beban ultimit. Kombinasi pembebanan untuk metode beban ultimit dasarnya ada 7 kombinasi pembebanan dari 7 kombinasi ini pada kombinasi 5 dan 7 terdapat pengaruh

beban gempa. Akibat pengaruh beban gempa kombinasi untuk metode ultimit didapat 21 kombinasi pembebanan. Seluruh kombinasi dapat dilihat pada persamaan 1 hingga persamaan 21.

- 1,4D (1)
- 1,2D+1,6L (2)
- 1,2D+1,6R+1W (3)
- 1,2D+1W+1L+1R (4)
- 1,28D+L+0,39Ex+Ey (5)
- 1,28D+L+0,39Ex-Ey (6)
- 1,28D+L-0,39Ex+Ey (7)
- 1,28D+L-0,39Ex-Ey (8)
- 1,28D+L+Ex+0,39Ey (9)
- 1,28D+L+Ex-0,39Ey (10)
- 1,28D+L-Ex+0,39Ey (11)
- 1,28D+L-Ex-0,39Ey (12)
- 0,9D+1W (13)
- 0,82D+0,39Ex+Ey (14)
- 0,82D+0,39Ex-Ey (15)
- 0,82D-0,39Ex+Ey (16)
- 0,82D-0,39Ex-Ey (17)
- 0,82D+Ex+0,39Ey (18)
- 0,82D+Ex-0,39Ey (19)
- 0,82D-Ex+0,39Ey (20)
- 0,82D-Ex-0,39Ey (21)

dengan, D = Beban mati, L = Beban hidup, R = Beban hujan, W = Beban angin, Ex Ey = Beban gempa arah x, Ey = Beban gempa arah y. Kombinasi yang berjumlah 21 kombinasi diatas berbeda dengan kombinasi yang dipakai oleh Budiono et al (2017) dimana kombinasi yang digunakan oleh Budiono et al (2017) berjumlah 19 buah dikarenakan dikarenakan tidak adanya pengaruh dari beban angin dan hujan. Beban angin yang dihitung terdapat komponen utama berupa kecepatan angin dasar yang didasarkan pada SNI 1727:2013, kecepatan angin dasar ini diperoleh dari data statistik kecepatan angin dan kelembapan BMKG yang diterbitkan oleh BPS (2018). Pratama et al (2014) melakukan penelitian kinerja struktur bangunan menggunakan analisa beban gempa yakni metode time history dan penelitian yang sama juga dilakukan oleh Febrian et al (2014) dengan menggunakan analisa beban gempa yakni metode respon spektrum pada bangunan lebih dari sama dengan 10 lantai sedangkan pada penelitian yang peneliti lakukan pada tugas akhir ini beban gempa dihitung berdasarkan SNI 1726:2012 dengan menggunakan metode analisa beban dinamik yakni respon spektrum pada bangunan dibawah 10 lantai yakni bangunan Kejaksaan Tinggi Riau yang

merupakan sebuah kantor. Jenis tanah menurut Maulana (2014) mempengaruhi beban gempa, semakin buruk tanah yang dipijak oleh gedung akan semakin besar beban gempa yang diterima oleh suatu gedung, hal ini senada dengan langkah dalam menghitung beban gempa dengan respon spektrum karena data awal paling penting dalam menghitung menggunakan respon spektrum data tanah berupa N-SPT untuk menentukan klasifikasi situs bangunan. Penggunaan metoda respon spectrum juga terdapat perhitungan skala faktor beban gempa yang membutuhkan nilai faktor modifikasi respon (R) berdasarkan penelitian yang dilakukan Prabowo dan Lase (2016) nilai R dapat dihitung berdasarkan ATC-19, ATC-34 dan FEMA P-695 namun dalam penelitian ini digunakan SNI 1726:2012 maka nilai R tidak dihitung melainkan ditentukan berdasarkan jenis sistem rangka struktur yang tertera dalam pasal 7.2.2. Hasil analisa beban gempa respon spektrum perlu dicek terhadap gaya geser dasar yang bekerja yang dimana gaya geser yang terjadi menyebabkan terjadinya simpangan dan displacement, dalam penelitian yang dilakukan oleh Putra dan Dewi (2016) digunakan untuk menentukan kinerja struktur dimana struktur yang digunakan terdiri atas 5 model yang sudah ditetapkan merupakan SRPMK namun dalam penelitian yang peneliti lakukan berdasarkan SNI 1726:2012 dijelaskan bahwa jenis struktur rangka pemikul momen ditentukan berdasarkan KDS daripada struktur sehingga peneliti perlu menentukan KDS terlebih dahulu.

#### *Analisa Menggunakan Program*

Analisa kolom menggunakan software juga dilakukan dalam penelitian yang dilakukan oleh Nusantara et al (2019) aplikasi yang digunakan bernama C2 App berbasis android, aplikasi C2 App dibuat berdasarkan SNI 2847:2013 sedangkan dalam penelitian yang peneliti lakukan analisa kolom menggunakan program Etabs versi 2016 dan program SP column. Etabs versi 2016 digunakan untuk memodelkan struktur bangunan Kejaksaan Tinggi Riau. SP column digunakan untuk mengecek kolom yang dipakai bisa digunakan atau tidak.

#### *Analisa Manual*

Analisa manual dilakukan untuk menentukan beban yang bekerja, perancangan ulang kolom serta pemeriksaan pelat lantai yang digunakan. Pelat lantai hanya dilakukan pengecekan saja,

hal ini dilakukan karena data detail untuk pelat yang tidak begitu detail diberikan. Pelat lantai yang terdiri atas pelat lantai satu arah dan dua arah di cek berdasarkan tugas akhir yang dibuat oleh Puspita (2017) didasarkan pada SNI 2847:2013. Pengecekan pelat lantai bangunan Kejaksaan Tinggi Riau didapat bahwa pelat lantai yang digunakan sesuai dengan detail yang diberikan dapat digunakan. Analisa beban digunakan SNI 1727:2013 dan SNI 1727:1989. Nuryati dan Suwanto (2019) dalam penelitiannya mengenai perbandingan efisiensi perhitungan kolom beton menggunakan 2 peraturan lama yakni PBI 1971 dan SNI 1991 namun dalam penelitian yang peneliti lakukan analisa kolom yang merupakan struktur beton bertulang menggunakan peraturan yang digunakan saat ini yakni SNI 2847:2013. Tahapan analisa manual kolom lingkaran dan persegi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. SNI 2847:2013 pada pasal 21.6.3.1 dijelaskan bahwa persentase tulangan utama (memanjang) diijinkan berada diantara 1 hingga 6 persen dari luas penampang. Untuk mengetahui persentase tulangan terdapat beberapa cara di Indonesia yang dikenal yakni menggunakan diagram interaksi 1 hingga 6 persen untuk kolom berbentuk segiempat yang dibuat oleh Yoyong (2016) berdasarkan SNI 2847:2013 dan ACI 318M-11. Penelitian ini peneliti membuat diagram interaksi 1 hingga 6 persen sendiri berdasarkan SNI 2847:2013 baik untuk berpenampang persegi dan lingkaran. Diagram interaksi kolom berdasarkan SNI 2847:2013 dibuat dengan menggunakan kondisi keruntuhan yang terjadi pada kolom. Keruntuhan yang terjadi pada kolom ada 5 yakni keruntuhan akibat beban aksial murni, keruntuhan akibat balans, keruntuhan akibat tekan dan keruntuhan akibat tarik. Simatupang et al (2018) meneliti pengaruh tegangan dan regangan pada kolom. Tegangan dan regangan dalam tugas akhir ini digunakan untuk membuat diagram interaksi dimana tegangan dan regangan kolom dicari pada 5 kondisi keruntuhan pada kolom yakni keruntuhan tekan, tarik, balans, aksial murni dan momen murni.

TABEL 1. Tahapan analisa manual kolom persegi

Step	Uraian	Peraturan	Pasal
1	Stability index	SNI 2847:2013	10.10.5.2
2	Faktor panjang efektif kolom	SNI 2847:2013	10.10.6.3
3	Radius girasi tampang	SNI 2847:2013	10.10.1.2
4	Kontrol jenis kolom	SNI 2847:2013	10.10.01
5	Ketentuan kolom SRPMK		
	a. Ketentuan 1	SNI 2847:2013	21.06.01
	b. Ketentuan 2	SNI 2847:2013	21.6.1.1
	c. Ketentuan 3	SNI 2847:2013	21.6.1.2
6	Kuat kolom	SNI 2847:2013	21.6.2.2
7	Tulangan longitudinal		
	a. Persentase tulangan longitudinal	SNI 2847:2013	21.6.3.1
	b. Jarak antar tulangan longitudinal	SNI 2847:2013	07.06.03
8	Tulangan geser pada l0		
	a. Rasio tulangan geser	SNI 2847:2013	21.6.4.4-b
	b. Panjang l0	SNI 2847:2013	21.6.4.1
	c. Jarak antar tulangan pada daerah l0	SNI 2847:2013	21.6.4.3
	d. Luas tulangan geser pada daerah l0	SNI 2847:2013	21.6.4.4-b
	e. Kontrol luas tulangan	SNI 2847:2013	21.6.4.4-b
9	Tulangan geser diluar l0		
	a. Jarak antar tulangan diluar l0	SNI 2847:2013	21.6.4.5
	b. Luas tulangan pada daerah l0	SNI 2847:2013	21.6.4.4-b
	c. Kontrol luas tulangan	SNI 2847:2013	21.6.4.4-b
10	Kuat geser		
	a. Vsway	SNI 2847:2013	21.06.05
	b. Cek Vc = 0	SNI 2847:2013	21.6.5.2
	c. Kontrol Vs dan Vn pada jarak l0	SNI 2847:2013	11.4.7.2 dan 11.1.1
	d. Kontrol Vs dan Vn pada jarak di luar l0	SNI 2847:2013	11.4.7.2 dan 11.1.1

TABEL 2. Tahapan analisa manual kolom lingkaran

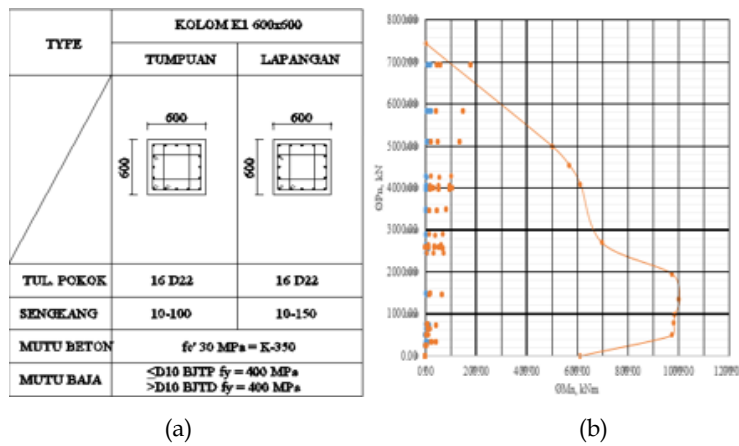
Step	Uraian	Peraturan	Pasal
1.	Stability index	SNI 2847:2013	10.10.5.2
2.	Faktor panjang efektif kolom	SNI 2847:2013	10.10.6.3
3.	Radius girasi tampang	SNI 2847:2013	10.10.1.2
4.	Kontrol jenis kolom		
	a. Ketentuan 1	SNI 2847:2013	21.6.1
	b. Ketentuan 2	SNI 2847:2013	21.6.1.1
	c. Ketentuan 3	SNI 2847:2013	21.6.1.2
5.	Kuat kolom	SNI 2847:2013	21.6.2.2
6.	Tulangan longitudinal		
	a. Persentase tulangan longitudinal	SNI 2847:2013	21.6.3.1
	b. Jarak antar tulangan longitudinal	SNI 2847:2013	7.6.3
7.	Tulangan geser spiral		
	a. Rasio volumetrik kontrol	SNI 2847:2013	21.6.4.4-a
	b. Jarak antar tulangan		25<s<75
	c. Kontrol luas tulangan	SNI 2847:2013	21.6.4.4-a
8	Kuat geser		
	a. Vsway	SNI 2847:2013	21.06.05
	b. Cek Vc = 0	SNI 2847:2013	21.6.5.2
	c. Kontrol Vs dan Vn	SNI 2847:2013	11.4.7.2 dan 11.1.1

HASIL DAN PEMBAHASAN

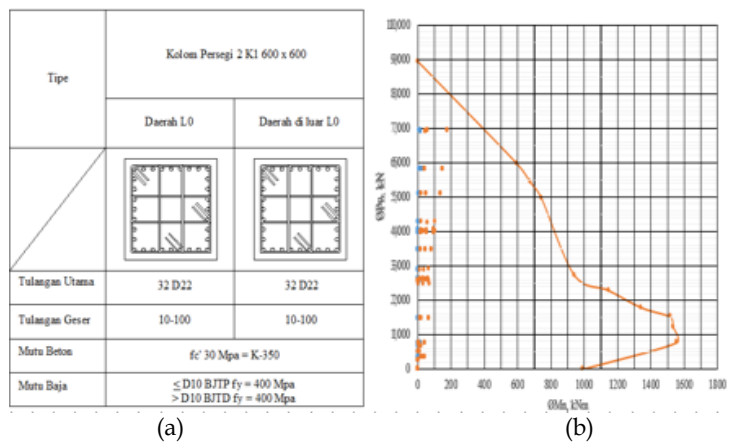
Kolom

Penelitian membuahkan hasil bahwa kolom yang digunakan oleh *owner* ketika dicek kembali menggunakan diagram interaksi kolom tidak dapat digunakan dikarenakan beban aksial dan momen yang diplot kedalam diagram interaksi kolom K1 ukuran 600x600 dengan tulangan 22 mm berjumlah 16 buah terdapat beberapa titik melewati batas diagram interaksi

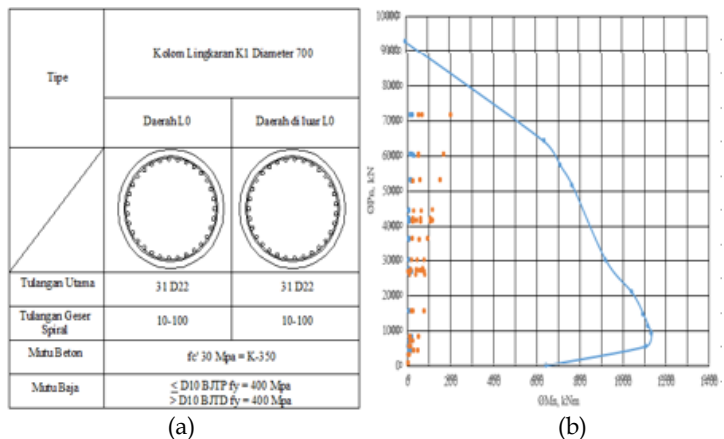
yang bisa dilihat pada Gambar 2. Beban aksial dan momen yang dipakai berasal dari *output frame etabs*. Akibat kolom K1 *owner* yang tidak bisa dipakai maka dilakukan redesain didapat kolom persegi 2 K1 dengan ukuran dan tulangan utama yang sama namun memiliki jumlah tulangan yang berbeda yakni berjumlah 32 buah hal ini bisa dilihat pada Gambar 3. Kolom lingkaran diperoleh kolom dengan diameter 700 mm dan tulangan utama dengan diameter 22 berjumlah 31 buah yang bisa dilihat pada Gambar 4.



GAMBAR 2. (a) Kolom persegi *owner*, (b) pengecekan diagram interaksi



GAMBAR 3. (a) Kolom persegi 2 redesain, (b) pengecekan diagram interaksi



GAMBAR 4. (a) Kolom lingkaran redesain, (b) pengecekan diagram interaksi

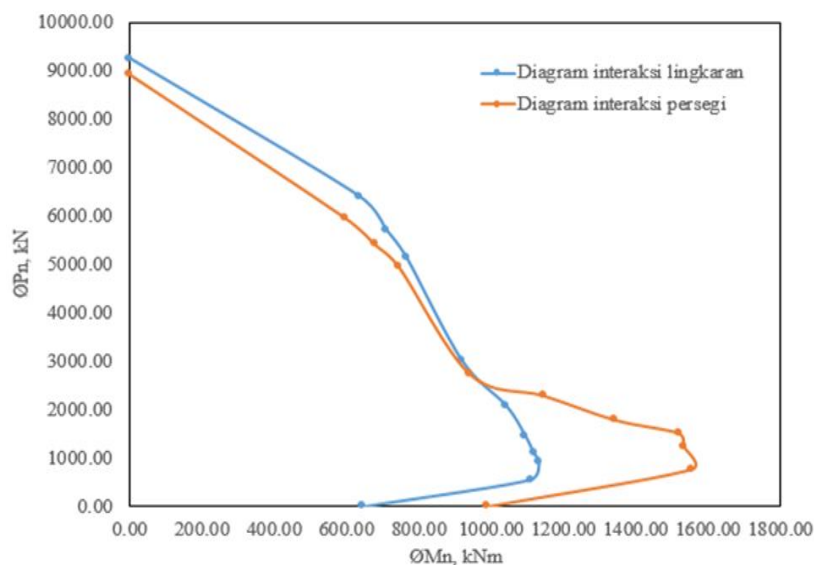
### Diagram Interaksi 2 Dimensi

Gambar 5 menunjukkan adanya perpotongan antara diagram interaksi kolom berpenampang lingkaran dan berpenampang persegi pada daerah kondisi keruntuhan tarik yang terjadi akibat momen pada kondisi keruntuhan tarik kolom segiempat yang lebih besar daripada momen pada kolom lingkaran sehingga bisa disimpulkan bahwa kolom segiempat mampu menahan momen lebih besar dibandingkan kolom berpenampang lingkaran. Diagram interaksi yang dibuat secara manual juga menunjukkan adanya nilai aksial nominal yang lebih besar pada kolom lingkaran dibandingkan dengan kolom persegi sehingga didapat bahwa kolom berpenampang lingkaran mampu menahan beban aksial yang lebih besar dibandingkan dengan kolom persegi.

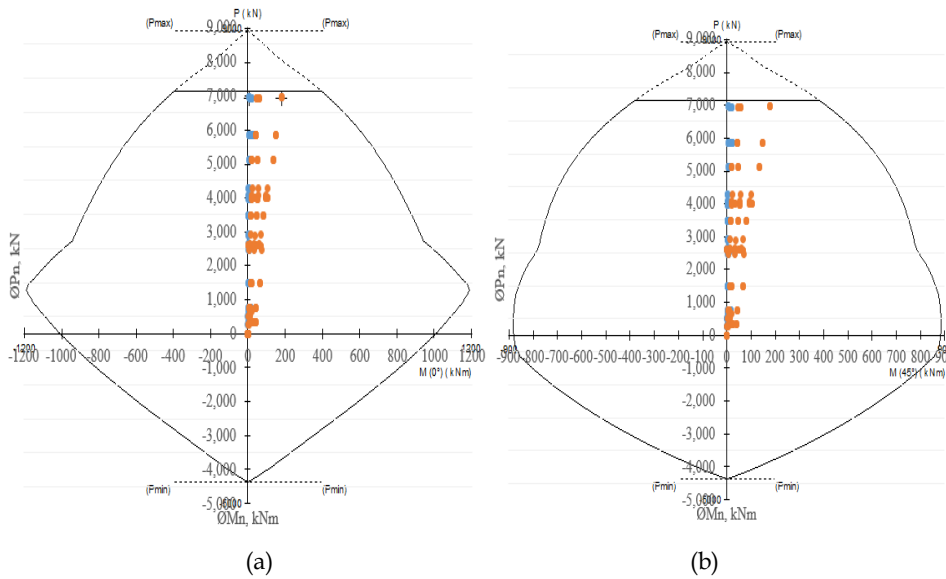
### Diagram Interaksi Biaksial

Diagram interaksi biaksial yang diperoleh pada kolom berpenampang segiempat menunjukkan bahwa kolom persegi pada tiap arah (tiap kelipatan 45 derajat) memiliki bentuk yang berbeda yang artinya bahwa kolom persegi pada tiap arah memiliki ketahanan terhadap beban aksial dan momen yang berbeda sedangkan pada kolom berpenampang lingkaran diagram interaksi pada tiap sudut memiliki bentuk yang sama sehingga kolom lingkaran pada tiap arahnya memiliki kemampuan untuk menahan beban aksial dan momen sama sehingga dapat disimpulkan bahwa kolom berpenampang lingkaran memiliki kapasitas momen dan beban aksial yang sama pada tiap sisinya. Diagram

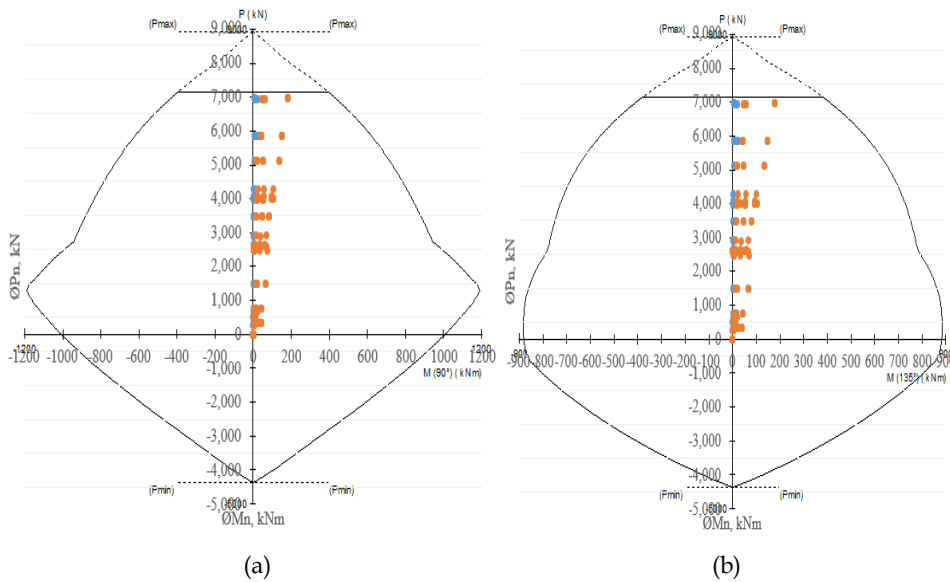
interaksi biaksial juga diperoleh data yang menunjukkan bahwa kolom lingkaran memiliki kapasitas beban aksial nominal (9247,36 kN) yang lebih besar dibandingkan dengan kolom persegi 2 (8928,08 kN) ini sama seperti hasil penelitian yang dilakukan oleh Agus dan Pranata (2018) bahwa kolom lingkaran memiliki beban aksial tekan yang tinggi dibandingkan dengan persegi sehingga keruntuhan akibat geser terjadi lebih lambat pada kolom lingkaran namun dari segi momen kolom lingkaran memiliki nilai lebih kecil dibandingkan dengan persegi sehingga keruntuhan lentur lebih akibat momen lebih cepat terjadi dibandingkan persegi. Diagram interaksi baik kolom persegi 2 maupun kolom lingkaran ketika dicek menggunakan beban aksial dan momen yang terjadi pada masing-masing kolom yang kemudian di plot ke diagram interaksinya masing masing tidak keluar dari diagram interaksinya masing-masing. Diagram interaksi biaksial dapat dilihat pada Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9, Gambar 10, Gambar 11, Gambar 12, Gambar 13, Gambar 14, dan Gambar 15. Gambar 6, Gambar 7, Gambar 8, Gambar 9, dan Gambar 10 merupakan pengecekan kemampuan kolom dalam menahan beban aksial dan momen yang terjadi pada kolom dengan penampang berbentuk persegi, kolom berpenampang persegi yang dimaksud yakni kolom berpenampang persegi yang peneliti desain sendiri. Gambar 11 hingga Gambar 15 merupakan pengecekan kemampuan kolom dalam menahan beban aksial dan momen yang terjadi pada kolom lingkaran yang peneliti desain.



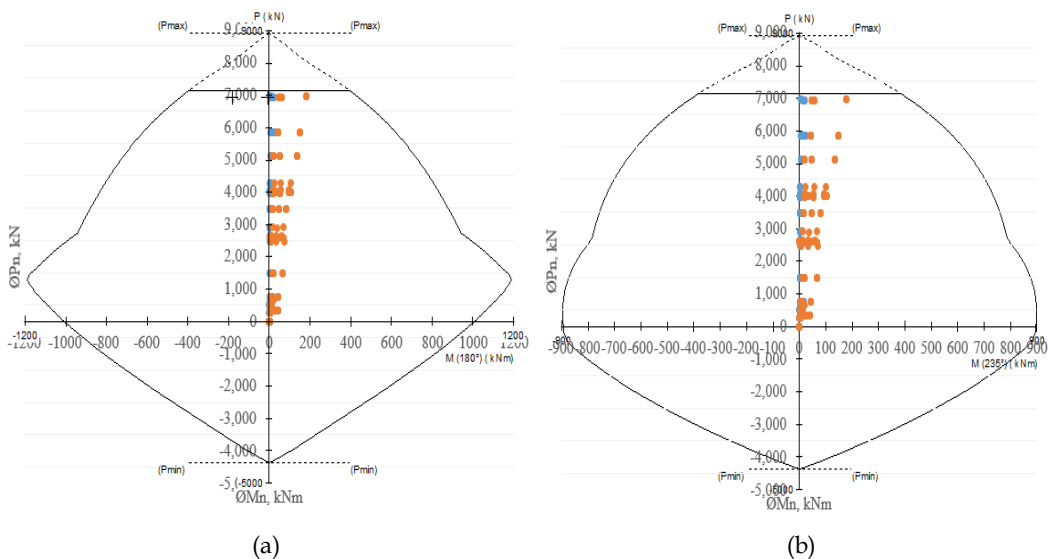
GAMBAR 5. Diagram interaksi kolom



GAMBAR 6. (a) Diagram interaksi kolom persegi 2 pada 0°, (b) pada 45°

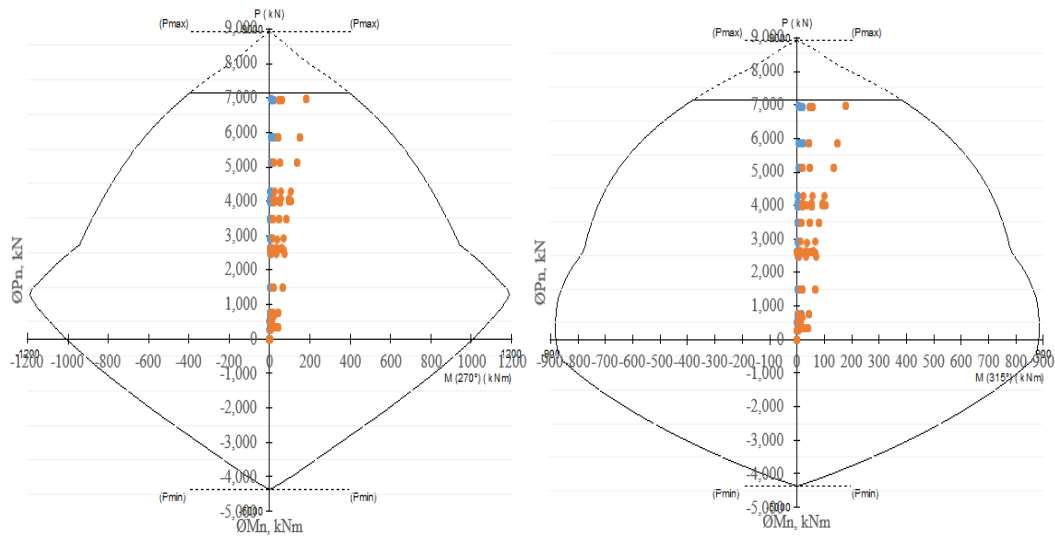


GAMBAR 7. (a) Diagram interaksi kolom persegi 2 pada 90°, (b) pada 135°

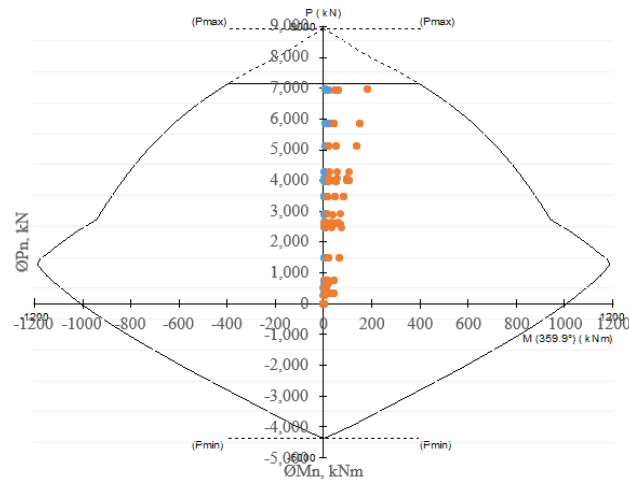


GAMBAR 8. (a) Diagram interaksi kolom persegi 2 pada 180°, (b) pada 225°

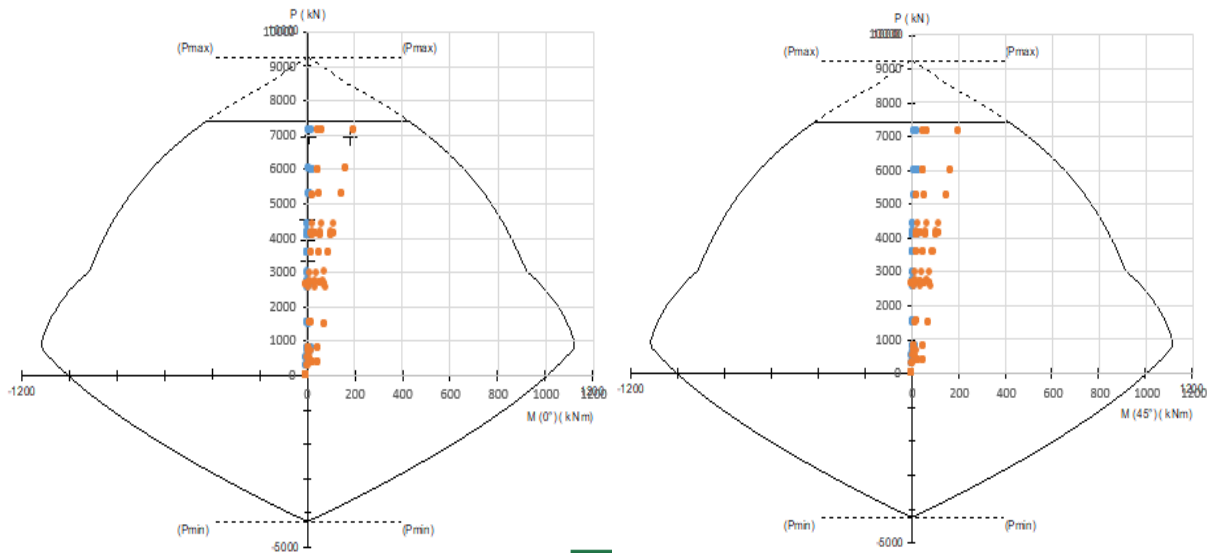




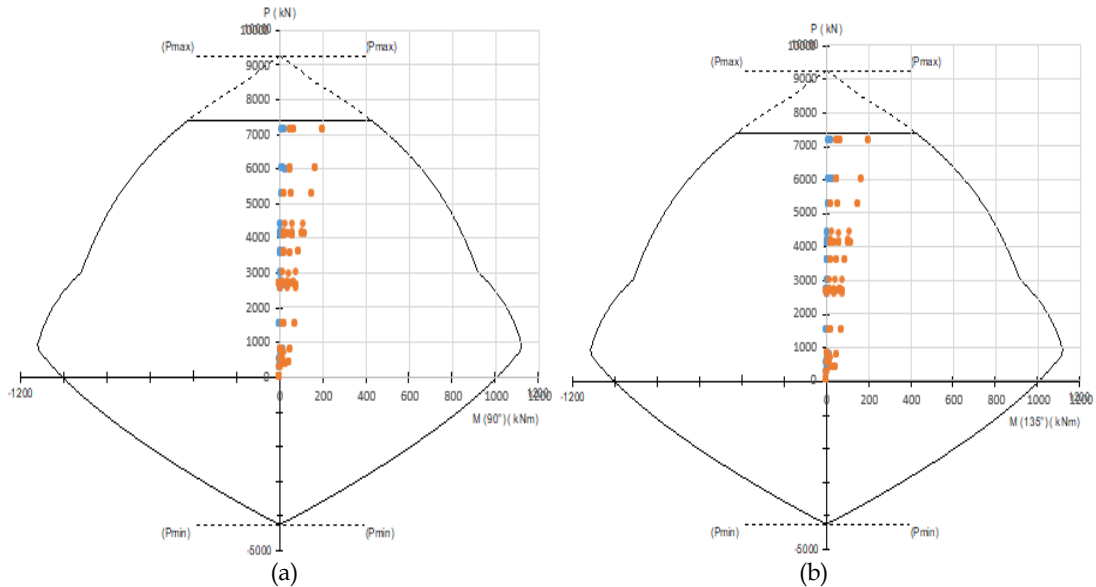
(a) (b)  
 GAMBAR 9. (a) Diagram interaksi kolom persegi 2 pada 270°, (b) pada 315°



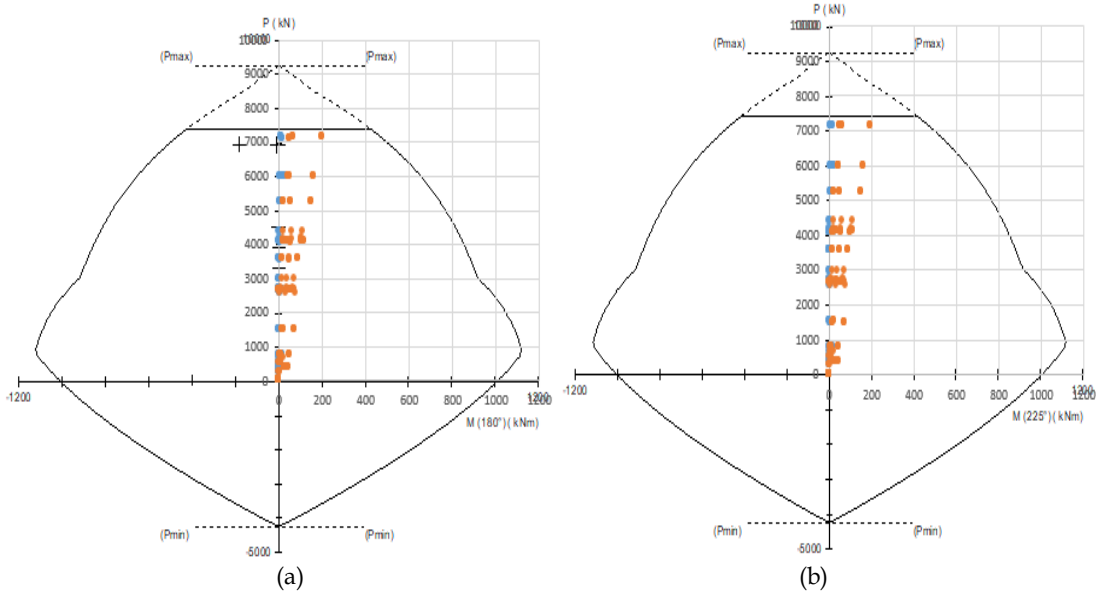
GAMBAR 10. Diagram interaksi kolom persegi 2 pada 359,9°



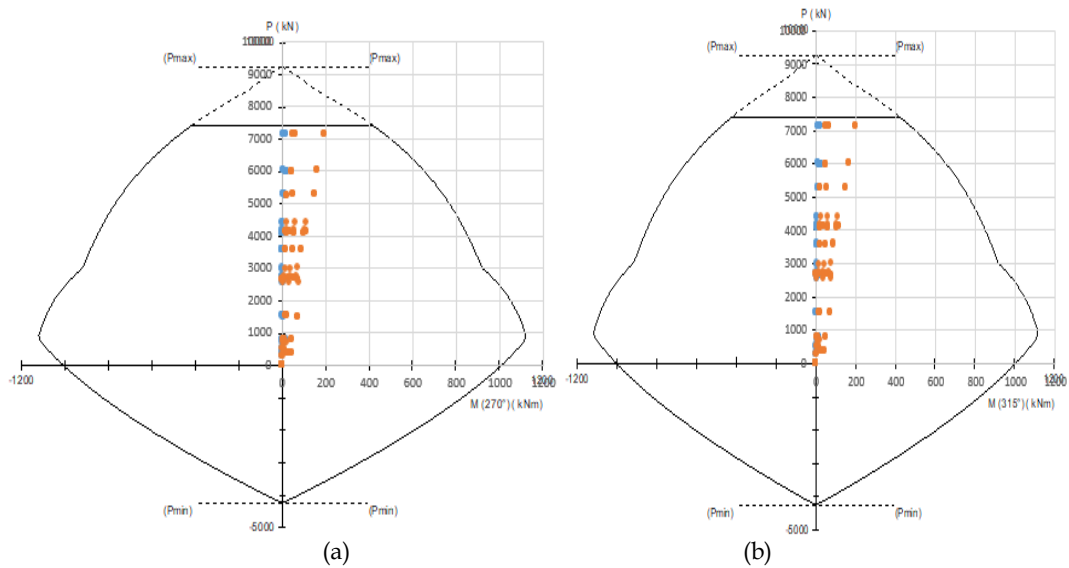
(a) (b)  
 GAMBAR 11. (a) Diagram interaksi kolom lingkaran pada 0°, (b) pada 45°



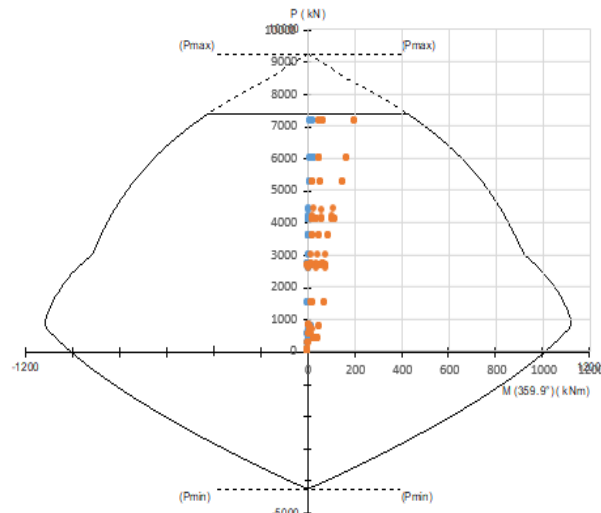
GAMBAR 12. (a) Diagram interaksi kolom lingkaran pada 90°, (b) pada 135°



GAMBAR 13. (a) Diagram interaksi kolom lingkaran pada 180°, (b) pada 225°



GAMBAR 14. (a) Diagram interaksi kolom lingkaran pada 270°, (b) pada 315°

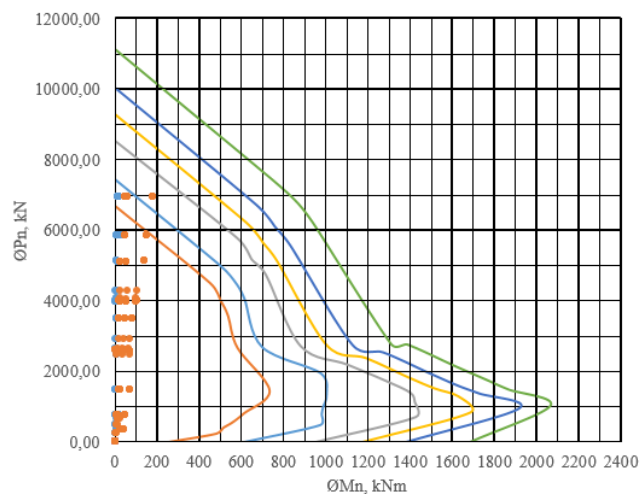


GAMBAR 15. Diagram interaksi kolom lingkaran pada 359,9°

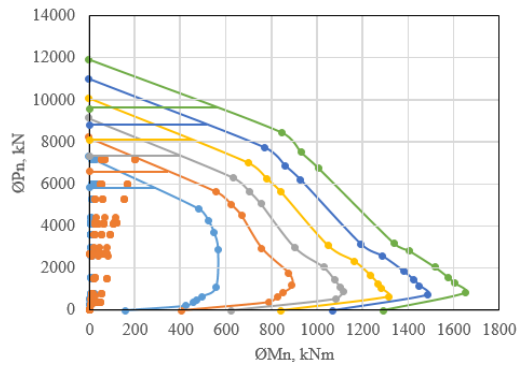
### Tulangan Longitudinal

Kebutuhan tulangan longitudinal kolom lingkaran maupun kolom persegi memiliki persentase yang diatur dalam SNI 2847:2013 yakni 1 hingga 6 persen. Persentase kolom lingkaran maupun persegi diperoleh dengan membuat diagram interaksi kolom 1 hingga 6 persen secara manual berdasarkan SNI 2847:2013. Diagram interaksi kolom lingkaran 1 hingga 6 persen yang digunakan menentukan persentase tulangan longitudinal yang digunakan menggunakan nilai beban aksial dan momen yang diperoleh dari hasil analisa etabs tanpa dilakukan reduksi pada hasil beban aksial dan momen sedangkan diagram interaksi 1 hingga 6 persen kolom persegi pada hasil beban aksial dan momen yang diperoleh dari etabs

perlu direduksi sebesar 0,9 dikarenakan ketika dalam pembuatan diagram interaksi ini menggunakan persentase tulangan yang mendekati 1 hingga 6 persen. Diagram interaksi berdasarkan SNI 2847:2013 yang dibuat secara manual oleh peneliti memiliki batasan dimana diagram interaksi hanya dapat digunakan untuk kolom dengan ukuran yang telah ditetapkan, ukuran tulangan yang telah ditetapkan serta tulangan dalam konfigurasi didistribusikan merata pada kolom. Diagram penentuan persentase tulangan utama kolom lingkaran dapat dilihat pada Gambar 16, sedangkan diagram penentuan persentase tulangan utama untuk kolom berpenampang persegi dapat dilihat pada Gambar 17.



GAMBAR 16. Diagram interaksi kolom persegi 1 hingga 6 persen



GAMBAR 17. Diagram interaksi kolom lingkaran 1 hingga 6 persen

*Tulangan Transversal*

Perhitungan pada kolom persegi memberikan hasil tulangan transversal yang dipakai berukuran 10 mm dengan jarak antar tulangan transversal pada daerah sepanjang  $l_0$  sebesar 100 mm. Hasil perhitungan tulangan transversal menunjukkan bahwa tulangan yang dipakai memiliki ukuran 10 mm dengan jarak antar tulangan transversal pada daerah diluar  $l_0$  sebesar 100 mm untuk kolom persegi sedangkan untuk kolom berpenampang lingkaran baik pada daerah  $l_0$  maupun diluar  $l_0$  memiliki tulangan spiral berukuran 10 mm dengan jarak antar spiral sebesar 70 mm.

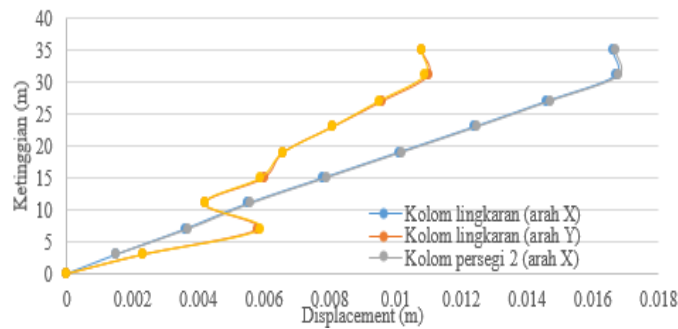
*Pengaruh Beban Gempa*

Beban gempa mengakibatkan terjadinya pergeseran pada tiap lantai bangunan

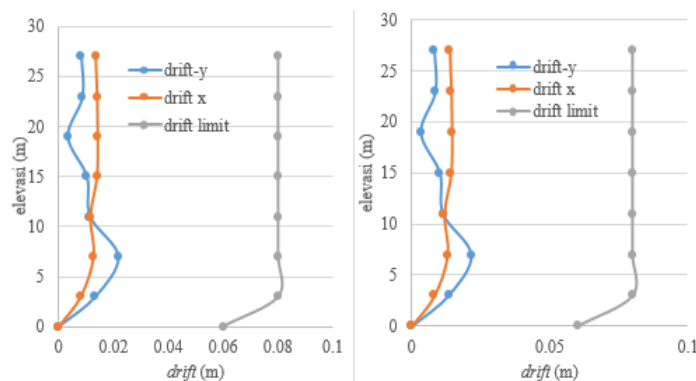
(displacement). Displacement yang terjadi ketika bangunan menggunakan kolom persegi dan ketika bangunan menggunakan kolom lingkaran dapat dilihat pada Gambar 18 yang menunjukkan adanya selisih yang tidak jauh, baik pada arah x maupun arah y yakni sebesar 0,0001 m ini menunjukkan bahwa kinerja menahan beban gempa kolom lingkaran hampir sama baiknya dengan kolom persegi dan ketika dicek terhadap simpangan kedua kolom tidak melebihi batas simpangan yang diijinkan sebesar nilai persamaan 22. Simpangan yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 19.

$$\Delta U = 0,02 \times h_{sx} \quad (22)$$

dengan,  $\Delta U$  = Batas simpangan (m),  $h_{sx}$  = Tinggi tingkat di bawah tingkat x (m).



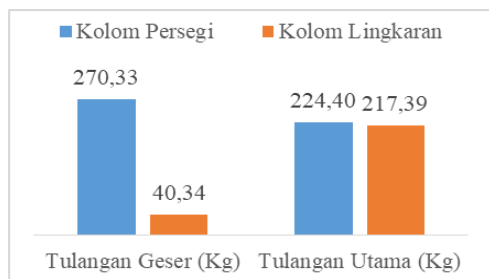
GAMBAR 18. Displacement kolom lingkaran dan persegi 2



GAMBAR 19. (a) Simpangan kolom persegi 2, (b) simpangan kolom lingkaran

### Biaya Material

Biaya pembuatan kolom dihitung dengan menggunakan harga satuan barang dan pekerjaan yang didasarkan pada standar harga barang dan jasa pemerintah kota pekanbaru yang dibuat oleh BPKAD (2018). Perhitungan biaya pembuatan kolom yang telah dilakukan diperoleh bahwa dari segi biaya kolom lingkaran memiliki biaya yang lebih murah dalam pengerjaannya tiap  $m^3$  dengan selisih sebesar Rp 8.750.734,00 (dalam persen 57,08 persen). Kolom lingkaran menjadi kolom dengan biaya pembuatan yang lebih murah dikarenakan tulangan yang digunakan lebih sedikit dibandingkan dengan kolom berpenampang persegi. Kolom lingkaran membutuhkan 217,39 Kg tulangan diameter 22 sebagai tulangan utama sedangkan pada kolom persegi untuk tulangan utama butuh 224,4 Kg dengan diameter 22 mm. Kolom lingkaran butuh 40,34 Kg tulangan geser berdiameter 10 mm sedangkan pada kolom berpenampang persegi butuh 270,33 Kg berdiameter 10 mm. Kebutuhan tulangan kolom lingkaran yang lebih kecil dibandingkan dengan kolom persegi membuat kolom lingkaran dari segi biaya lebih murah namun dari segi pelaksanaan ketika dilapangan menjadi sulit dikarenakan tulangan geser yang digunakan bukan merupakan tulangan bulat yang mudah dibentuk melainkan tulangan spiral. Perbandingan tulangan yang digunakan dalam bentuk diagram pada Gambar 20.



GAMBAR 20. Perbandingan tulangan yang digunakan

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil redesain kolom utama K1 pada bangunan Kejaksaan Tinggi Riau diperoleh 4 kesimpulan. Kesimpulan pertama, luas penampang kolom lingkaran lebih besar dibandingkan dengan luas penampang kolom persegi dimana besar masing-masing penampang yakni  $384845,1 \text{ mm}^2$  dan  $360000 \text{ mm}^2$  sehingga diperoleh selisih antara kedua penampang sebesar  $24845,1 \text{ mm}^2$  dalam persen

sebesar 6,46 persen sedangkan dari segi tulangan diperoleh bahwa kolom persegi membutuhkan tulangan yang lebih banyak dibandingkan dengan kolom lingkaran. Selisih kebutuhan tulangan longitudinal antar persegi dan kolom lingkaran sebanyak 1 buah dimana tulangan longitudinal persegi berjumlah 32 buah sedangkan lingkaran berjumlah 31 buah. Selisih kebutuhan tulangan geser antara persegi dan kolom lingkaran sebesar 229,99 Kg dimana tulangan geser persegi sebesar 270,33 sedangkan lingkaran 224,4 Kg. Kesimpulan kedua, *displacement* baik dari arah x maupun y diperoleh bahwa adanya selisih sebesar 0,0001 m ini menunjukkan bahwa selisih *displacement* yang sangat kecil kinerja kolom lingkaran hampir sama atau mendekati kolom persegi. Kesimpulan ketiga, kolom lingkaran dengan luasan yang lebih luas dibanding dengan kolom persegi (6,46 persen) belum tentu dapat disimpulkan bahwa kolom lingkaran memiliki biaya pembuatan yang lebih besar akibat pengaruh kebutuhan tulangan pada kedua kolom mengakibatkan kolom lingkaran memiliki biaya pelaksanaan yang lebih kecil dibandingkan kolom persegi dimana biaya masing-masing pembuatan kolom sebesar Rp 15.331.114,00 (kolom persegi) dan Rp 6.580.381,00 (kolom lingkaran) dengan selisih sebesar Rp 8.750.734,00 dalam persen sebesar 57,08 persen. Kesimpulan ketiga, perhitungan biaya yang telah dilakukan diperoleh bahwa kolom memiliki persentase efisiensi sebesar 57,08 persen sedangkan dari kebutuhan tulangan utama kolom lingkaran memiliki efisiensi sebesar 3,13 persen dari segi kebutuhan tulangan geser kolom lingkaran memiliki efisiensi sebesar 85,08 persen.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih saya ucapkan kepada dosen, pihak lain serta PUPR Provinsi Riau yang telah memberikan data utama berupa data gambar (*softcopy*) dan data tanah (*softcopy*) bangunan Kejaksaan Tinggi Negeri Riau sehingga membantu terselesaikannya penelitian ini.

### DAFTAR PUSTAKA

Arfiadi, Y. (2017). Diagram Interaksi Perancangan Kolom dengan Tulangan pada Empat Sisi Berdasarkan SNI 2847:

- 2013 dan ACI 318M-11. *Jurnal Teknik Sipil*, 13(4), 268-290.
- Budiono, B., Dewi, N.T.H., Kristalya, M., Manik, S.L.C. & Ong, E.H.K. (2017). *Contoh Desain Bangunan Tahan Gempa dengan Sistem Rangka Pemikul Momen Khusus dan Sistem Dinding Struktur Khusus di Jakarta*. Bandung: ITB Press.
- BPS. (2018). Kecepatan Angin dan Kelembaban di Stasiun Pengamatan BMKG, 2011-2015. Diambil dari: <https://www.bps.go.id/statictable/2017/02/08/1960/kecepatan-angin-dan-kelembaban-di-stasiun-pengamatan-bmkg-2011-2015.html>, diunduh pada 10 Juni 2019 pukul 13.34 WIB.
- Badan Standarisasi Nasional. (2012). *Tata Cara Perencanaan Ketahanan Gempa untuk Struktur Bangunan Gedung dan Non Gedung, SNI 1726-2012*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). *Beban Minimum untuk Perancangan Bangunan Gedung dan Struktur Lain, SNI 1727-2013*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (2013). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung, SNI 2847-2013*. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. (1989). *Pedoman Perencanaan Pembebanan untuk Rumah dan Gedung, SNI 03-1727-1989*. Jakarta.
- BPKAD. (2018). *Standar Harga Barang dan Jasa Pemerintah Kota Pekanbaru Tahun 2018*. Pekanbaru.
- Febrian, D.B., Budi, A.S., & Sambowo, K.A. (2014). Evaluasi Kinerja Gaya Gempa Pada Gedung Bertingkat dengan Analisis Respon Spektrum Berdasarkan Base Share, Displacement, dan Drift Menggunakan Software ETABS. *Matriks Teknik Sipil*, 2(2), 27-34.
- Kusumowibowo, T.S., & Wahyuni, E. (2017). Modifikasi Perencanaan Gedung Rumah Sakit Umum Daerah (RSUD) Koja Jakarta dengan Metode Pracetak. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), 19-24.
- Maulana, T.I. (2014). Perancangan Ulang Struktur Gedung dengan SNI 03-1726-2012 Dan SNI 03-2847-2013 (Studi Kasus Gedung 5 Lantai dan 6 Lantai Palagan Gallery Hotel Yogyakarta). Tugas Akhir. Program Studi Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Nugraha, L.A, Supardi, S. & Supriyadi, A. (2017). Evaluasi Kekuatan dan Detailing Tulangan Kolom Beton Bertulang Sesuai SNI 2847: 2013 dan SNI 1726: 2012 (Studi Kasus: Hotel 10 Lantai di Semarang). *Matriks Teknik Sipil*, 5(3), 887-894.
- Nusantara, J.L.W., Aminullah, A., & Triwiyono, A. (2019). Optimization of Reinforced Concrete Column Using Android-based Mobile Application. *MATEC Web of Conferences*, 258(02009), 1-8.
- Puspita, R.R.. (2017). *Desain Struktur Gedung Hotel Swiss-Bellin Darmocentrum Surabaya Menggunakan Sistem Ganda dan Metode Pelaksanaan Pekerjaan Balok-Plat Lantai*. Tugas Akhir. Program Studi Diploma IV Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Pratama, F., Budi, A.S., & Wibowo. (2014). Evaluasi Kinerja Struktur Gedung 10 Lantai dengan Analisis Time History pada Tinjauan Drift dan Displacement Menggunakan Software ETABS. *Matriks Teknik Sipil*, 2(3), 377-384.
- Prabowo, A., & Lase, Y. (2016). Tinjauan Nilai Faktor Modifikasi Respon (R) dan Faktor Kuat Lebih ( $\Omega_0$ ) pada Struktur Gabungan Rangka Baja dan Rangka Beton Bertulang dengan Analisis Pushover. *Journal of Civil Engineering*, 23(1), 75-88.
- Setiawan, A., 2016, *Perancangan Beton bertulang berdasarkan SNI 2847:2013*, Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Sudarsana, I.K., Putra, D., & Dewi, A.A.I.L. (2016). Pengaruh Bentuk Penampang Kolom Terhadap Kinerja Struktur Beton Bertulang. *Jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 20(1), 58-65.
- Simatupang, P.H., Siallagan, G.D., & Pah, J.J.S. (2018). Pengaruh Variasi Perhitungan Tegangan dan Regangan Kolom Beton Bertulang Terhadap Daktilitas Penampang Takterkeang. *Jurnal Teknik Sipil*, 7(1), 45-56.

Nuryati, S., & Suwanto, S. (2019). Tingkat Efisiensi Perhitungan Kolom Beton (Perbandingan PBI 1971 dengan SNI 1991). *BENTANG: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 7(2), 79-103.

---

PENULIS:

Ali Usman

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,  
Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta.

Email: ali.usman9494@gmail.com

Yoga A. Harsoyo

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik,  
Universitas Muhammadiyah Yogyakarta,  
Kabupaten Bantul, D.I. Yogyakarta.

Email: yogaharsoyo@umy.ac.id