

ANALISA KAPASITAS KOLOM PIPIH TERHADAP BEBAN GRAVITASI DENGAN DIAGRAM INTERAKSI

Iona Violeta, ST, MT*

*Program Studi Teknik Sipil Universitas Panca Bhakti

*Koresponden email : ionavioleta@upb.ac.id

Diterima: 25 Juni 2023

Disetujui: 30 Juni 2023

ABSTRACT

Utilization of column structures is generally a square shape with quite large dimensions. Therefore, it is necessary to use flat columns to adjust the width of the walls. The reduction of room space caused by the enormous dimensions of column could be solved. In addition, both exterior and interior aesthetics can be applied without affected by the large-dimensional columns. On the other hand, flat column has stiffness difference in its two main axes results to the strength capacity and stability of the entire structure. Thus, this research is delivered to study the flat column strength capacity with 3 variances, specifically with 10cmx90cm of dimensions, 15cmx60cm of dimensions, and 20cmx45cm of dimensions, and also 1 variance of conventional square column with 30cmx30cm of dimensions, in which all has total area of 900cm². The analysis results in 10cmx90cm of flat column is not safe since some force combinations were being outside the cover of interaction curve on its weak axis. While on the 15cmx60cm of dimensions and 20cmx45cm of dimension flat columns, there were some force combinations reach the threshold of the curve cover on the weak axes, but generally can still be considered as safe. Therefore, flat column may be used in the structure design but the flatness ratio should be carefully considered since the huge inequality of its strength capacity on the strong axis and weak axis.

Keywords: flat column, interaction diagram, strength capacity

ABSTRAK

Penggunaan struktur kolom pada umumnya berbentuk persegi dengan dimensi yang cukup besar. Oleh karena itu, diperlukannya penggunaan kolom pipih untuk menyesuaikan lebar dinding. Sehingga adanya masalah pengurangan luas ruangan akibatnya besarnya dimensi kolom dapat teratasi. Selain itu, nilai estetika eksterior maupun interior dapat ditampilkan tanpa terpengaruh kolom dengan dimensi yang besar tersebut. Namun yang perlu diperhatikan adalah kolom pipih memiliki perbedaan kekakuan dalam kedua arah sumbu utamanya yang berpengaruh pada kapasitas kekuatan dan stabilitas struktur secara keseluruhan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kapasitas kekuatan kolom pipih dengan 3 variasi, yaitu dengan dimensi 10cmx90cm, 15cmx60cm, dan 20cmx45cm, dan juga 1 variasi kolom bujur sangkar konvensional dengan dimensi 30cmx30cm, yang kesemuanya memiliki luasan penampang sama yaitu 900cm². Dari hasil analisa diperoleh bahwa kolom pipih 10cmx90cm tidak aman karena ada kombinasi gaya yang sudah berada di luar cakupan selimut kurva pada arah sumbu lemah. Sementara pada kolom pipih 15cmx60cm dan 20cmx45cm, ada kombinasi yang sudah mencapai ambang batas selimut kurva dalam arah sumbu lemah namun secara umum dapat dikatakan masih aman. Oleh karena itu, kolom pipih boleh digunakan dalam perencanaan struktur namun

rasio kepipihan harus tetap dipertimbangkan mengingat ketimpangan kapasitas kekuatan yang besar dalam arah sumbu kuat dan sumbu lemahnya.

Kata Kunci: diagram interaksi, kapasitas kekuatan, kolom pipih

PENDAHULUAN

Kolom sebagai elemen struktur mempunyai tugas utama sebagai penahan gaya aksial dan meneruskan beban seluruh bangunan ke pondasi. Kekuatan kolom untuk memikul beban didasarkan pada kemampuan memikul beban kombinasi antara aksial (P_u) dan momen (M_u) secara bersamaan. Bangunan dengan beban yang besar membutuhkan struktur penopang yang berkapasitas besar yang berefek pada dimensi kolom yang semakin besar. Hal ini dapat mengakibatkan nilai estetika tata ruang menjadi terganggu di mana ruangan menjadi lebih kecil dan timbulnya tonjolan-tonjolan pada dinding. Di satu sisi, jika dimensi kolom kecil, ukuran ruangan tentu menjadi lebih besar namun secara structural kapasitas kolom dalam menahan beban bisa saja tidak cukup. Oleh karena itu, sebagai alternatif dibuat kolom pipih dengan tebal mengikuti lebar ukuran dinding agar masalah pengurangan luas ruangan dapat teratasi. Kolom beton bertulang pipih dalam konstruksi bangunan menjadi suatu trend yang umum. Nilai estetika sangat dikedepankan pada pemilihan penggunaan kolom pipih karena menyebabkan kolom menjadi rata dengan dinding dan memberikan kesan ruangan menjadi lebih luas. Kolom pipih mempunyai 4 bentuk, yaitu *L-shaped column*, *T-shaped column*, *plus-shaped column*, dan *I-shaped column* bergantung pada konfigurasi denah arsitektural [5]. Sedangkan kolom konvensional mempunyai 2 bentuk, yaitu bujur sangkar dan bulat. Kolom pipih memiliki perbedaan kekakuan yang besar dalam kedua arah sumbu utamanya sehingga sangat berpengaruh terhadap integritas dan stabilitas struktur secara keseluruhan [3]. Bentuk penampang kolom yang pipih juga mempunyai titik berat yang berbeda. Hal ini tentu akan sangat berpengaruh apabila diaplikasikan pada bangunan gedung bertingkat banyak dan dikenai gaya lateral.

Di Pontianak, trend penggunaan kolom pipih juga sudah sangat marak terjadi terutama dalam konstruksi hunian mewah. Bahkan di bangunan ruko sekalipun, kolom pipih seringkali menjadi pilihan utama mengingat bukaan lebar ruko yang cukup kecil sehingga ini menjadi solusi yang sangat aplikatif. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengkaji kinerja kolom pipih pada bangunan ruko sederhana bertingkat rendah di kota Pontianak dan perbandingannya terhadap kolom bujur sangkar konvensional.

Analisis dan disain kolom beton bertulang didasarkan pada :

$$\phi M_n > M_u$$

Dan

$$\phi P_n > P_u$$

Di mana ϕM_n = Momen lentur rencana, M_u = momen lentur terfaktor, ϕP_n = gaya aksial rencana, dan P_u = gaya aksial terfaktor.

Gaya-gaya yang bekerja harus didisain sesuai dengan beban terfaktor (ultimit) dengan kombinasi-kombinasi beban sesuai dengan SNI 2487-2020. Pada dasarnya, analisis penampang kolom memanfaatkan asas kompatibilitas regangan yang bekerja. Karena adanya pembatasan nilai kekuatan tekan dan tarik dari baja tulangan, maka persamaan yang diturunkan akan menjadi kompleks sehingga perhitungan secara manual harus dilakukan satu persatu. Untuk keperluan praktis disain maka penggunaan diagram interaksi akan sangat memudahkan dalam pengecekan kapasitas kolom yang bekerja. Caranya yaitu dengan memberikan beban aksial runtuh dan momen lentur runtuh dari suatu penampang kolom untuk setiap angka eksentrisitas nol sampai tak terhingga. Hasil perhitungan demikian

akan memberikan pasangan P_n dan M_n yang dapat diplot membentuk suatu diagram yang melingkupi semua jenis keruntuhan, yaitu keruntuhan seimbang, keruntuhan tekan, dan keruntuhan tarik.

METODE PENELITIAN

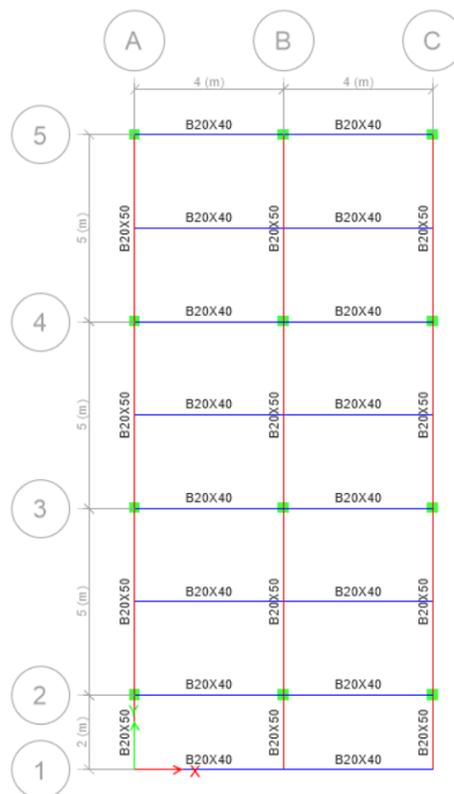
Data Perencanaan

Penelitian ini meninjau struktur bangunan ruko 3 lantai dengan konfigurasi denah yang banyak ditemukan di Pontianak, dengan atap berupa pelat dak penuh sehingga terdapat pent house di top level untuk dapat mengakses level dak tersebut. Adapun denah balok adalah tipikal untuk setiap lantainya dengan 2 tipe balok, yaitu :

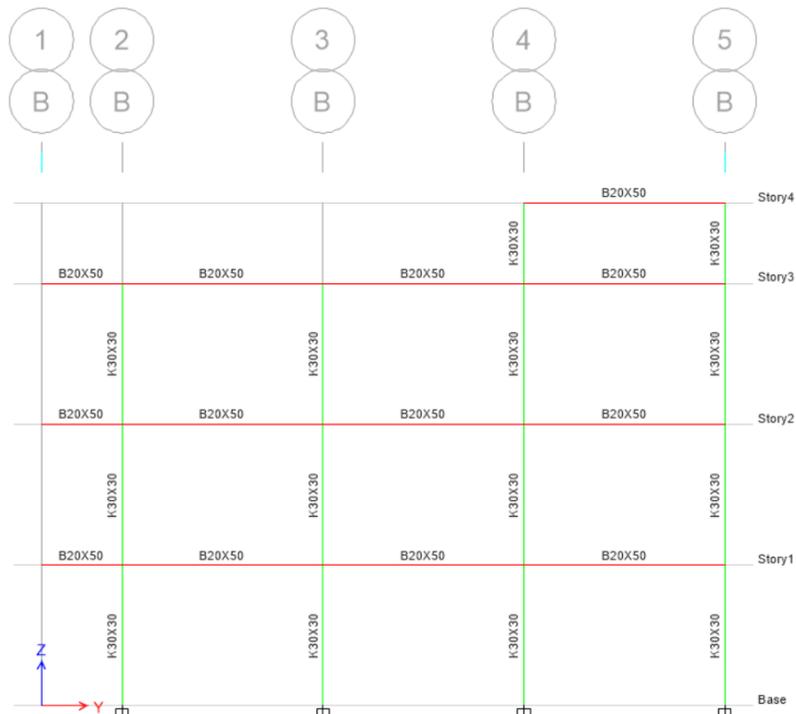
Balok memanjang (B1) = 20cm x 50cm

Balok melintang (B2) = 20cm x 40cm

Dengan konfigurasi seperti pada Gambar 1-2 sebagai berikut:



Gambar 1. Denah Balok Tipikal Lantai 1-3



Gambar 2. Portal B (Arah Memanjang)

Elevasi setiap lantai adalah tipikal yaitu 3.50m, dengan variasi tipe kolom sebagai berikut:

Kolom tipe K1 : 30cm x 30cm (konvensional)

Kolom tipe K2 : 10cm x 90cm (pipih),

Kolom tipe K3 : 15cm x 60cm (pipih)

Kolom tipe K4 : 20cm x 45cm (pipih)

Yang mana keseluruhan variasi kolom memiliki luas penampang yang sama, yaitu 900cm^2 . Sedangkan ketebalan pelat lantai 1-3 adalah 12cm, pelat dak adalah 10cm.

Material yang digunakan adalah beton bertulang dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Beton

Kuat tekan beton (f'_c) = 20.75 MPa

Berat jenis (γ) = 24 kN/m³

Modulus Elastisitas (E) = 21409.52 MPa

2. Baja Tulangan

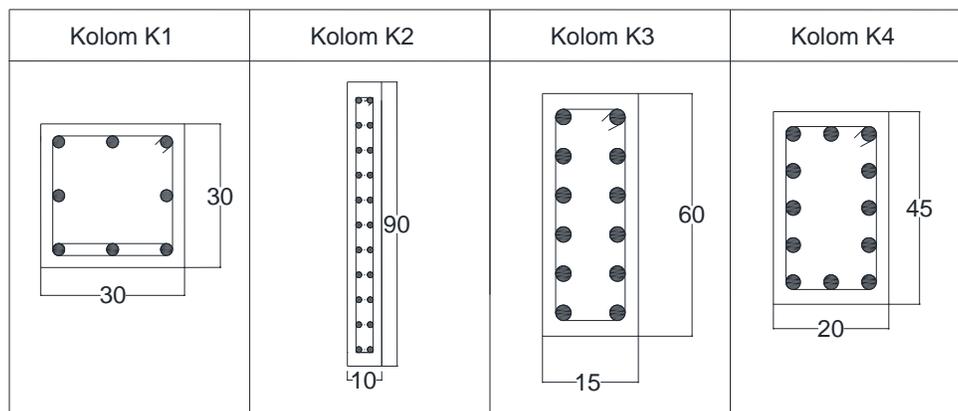
Berat jenis (γ) = 78.5 kN/m³

Kuat leleh (f_y) BJTP = 280 MPa
 Kuat leleh (f_y) BJTS = 420 MPa
 Modulus Elastisitas (E) = 200000 MPa

Detail penulangan kolom dapat dijabarkan sebagai berikut:

Kolom tipe K1 : 8D16 + ϕ 8-150
 Kolom tipe K2 : 22 ϕ 10 + ϕ 6-100
 Kolom tipe K3 : 12D13 + ϕ 8-100
 Kolom tipe K4 : 12D13 + ϕ 8-100

Detail penulangan setiap tipe kolom dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Detail Penulangan pada Masing-masing Tipe Kolom

Pembebanan mati (Dead Load) mengikuti standar pembebanan ruko seperti yang disajikan dalam Tabel 1. Sedangkan untuk beban hidup (Live Load) diambil sebesar 4.79 kN/m² di lantai 1 dan 3.59 kN/m² di lantai lainnya.

Tabel 1. Beban Mati yang Diaplikasikan pada Struktur

	Berat	Tebal	Tinggi	Total	
	kN/m ³	m		kN/m ²	kN/m ¹
Mortar	22	0.02		0.44	
Keramik	22	0.005		0.11	
Plafond dan Utilitas				0.2	
Dinding			3.5	1.17	4.095

Pemodelan Struktur

Struktur dimodelkan sebagai portal 3 dimensi open frame dengan bantuan program komputer ETABS 2017. Kombinasi beban yang ditinjau hanya akibat beban gravitasi ultimit tanpa memperhitungkan beban

lateral, yaitu 1.2DL (beban mati) + 1.6LL (beban hidup). Pemodelan dilakukan untuk memperoleh gaya dalam berupa momen lentur dan aksial pada kolom. Tidak dilakukan tinjauan terhadap struktur bawah. Peletakan struktur adalah jepit. Dalam pemodelan ini tidak memperhitungkan kelangsingan kolom dan pengaruh eksentrisitas sehingga jika terjadi pembesaran momen, maka kapasitas ultimit dapat diplotkan ke diagram yang telah dibuat. Kurva diagram interaksi dibuat menggunakan 11 eksentrisitas untuk menggambarkan hubungan P_n dan M_n .

HASIL DAN PEMBAHASAN

Gaya Dalam Kolom

Tabel 2 menunjukkan gaya dalam aksial dan momen lentur X dan Y yang terjadi pada seluruh kolom bangunan.

Tabel 2. Kombinasi Gaya Dalam Kolom

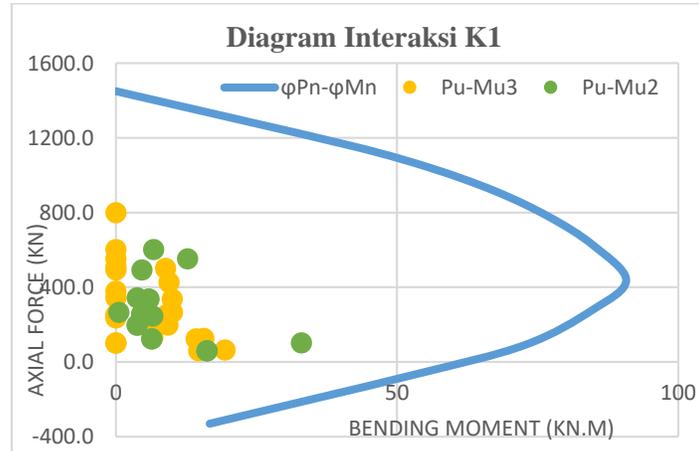
P	M2	M3
kN	kN.m	kN.m
59.91	16.17	7.96
103.06	32.97	0.00
59.91	16.17	14.70
60.28	15.16	8.74
96.53	21.47	0.00
64.10	15.16	19.38
137.86	10.66	6.54
243.88	22.72	0.00
137.86	10.66	9.98
197.11	3.79	9.24
352.08	-7.55	0.00
204.74	-6.88	13.66
123.61	6.37	14.27
254.06	-7.63	0.00
131.25	6.37	15.84
127.22	-0.25	15.64
260.48	1.19	0.00
134.86	-0.10	17.45
213.77	10.68	7.35
387.03	24.33	0.00
213.77	10.68	9.75
336.78	5.83	10.00
610.25	-9.30	0.00
344.42	5.83	13.63
255.79	4.58	9.14
492.68	4.63	0.00
263.43	4.58	13.11

266.35	0.53	10.04
515.61	0.29	0.00
273.99	-0.99	14.22
294.71	3.49	6.92
551.93	12.72	0.00
294.71	3.49	6.03
498.44	2.50	9.98
920.55	3.52	0.00
500.99	2.50	8.81
408.27	1.37	9.99
796.49	1.40	0.00
410.82	1.37	8.80
423.61	-2.59	10.72
815.91	-3.60	0.00
426.16	-3.89	9.42

Gaya-gaya tersebut kemudian diplotkan ke dalam diagram interaksi kombinasi aksial dan lentur X maupun kombinasi aksial dan lentur Y. Jika keseluruhan gaya yang diplot masih dalam cakupan kurva interaksi, maka kolom dapat dinyatakan aman.

Distribusi Gaya pada Diagram Interaksi Kolom

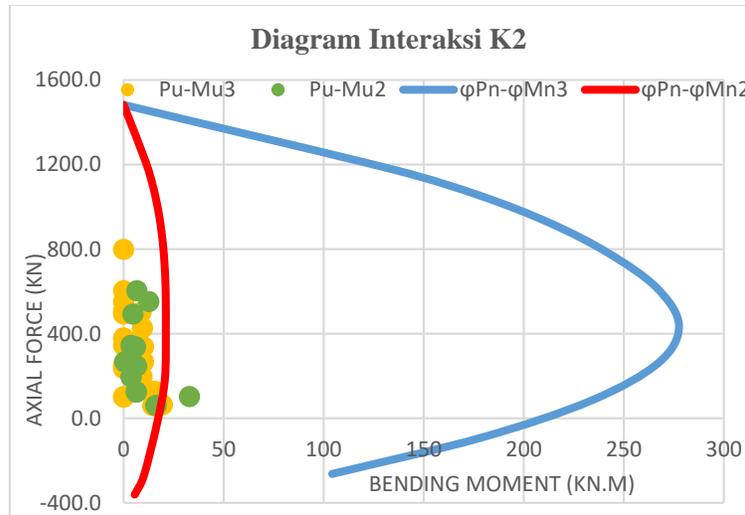
Distribusi gaya pada kolom K1 pada diagram interaksi dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Distribusi Gaya Aksial dan Lentur pada Diagram Interaksi Kolom K1

Kolom K1 mempunyai penampang berbentuk bujur sangkar dengan dimensi 30cmx30cm ($A_c=900\text{cm}^2$). Oleh karena itu, kurva $\phi P_n - \phi M_n$ adalah sama untuk kedua sumbu. Dari diagram dapat disimpulkan bahwa kolom K1 aman terhadap seluruh kombinasi $P_u - M_{u2}$ maupun $P_u - M_{u3}$ karena masih dalam cakupan kurva interaksinya.

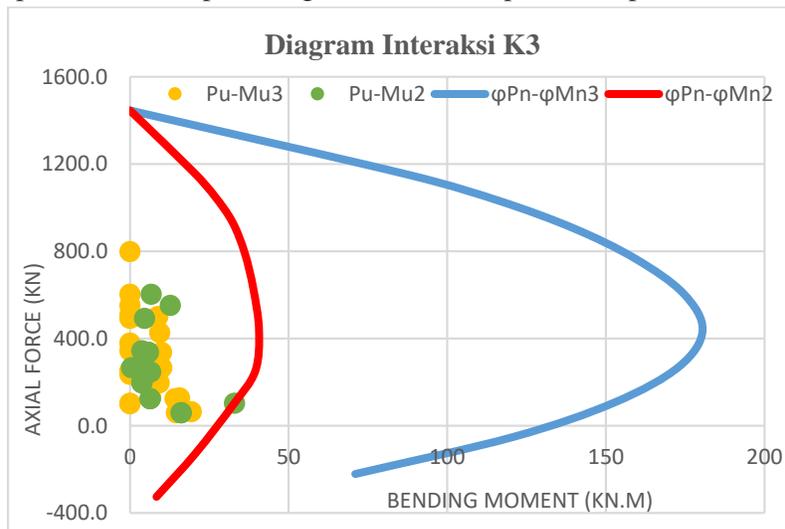
Distribusi gaya pada kolom K2 pada diagram interaksi dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Distribusi Gaya Aksial dan Lentur pada Diagram Interaksi Kolom K2

Kolom K2 merupakan kolom pipih dengan dimensi 10cmx90cm ($A_c=900\text{cm}^2$), yang berarti bahwa penampang kolom tidaklah simetris pada kedua sumbunya. Dari diagram interaksinya tampak jelas bahwa dalam arah sumbu kuatnya ($\phi P_n - \phi M_{n3}$) masih sangat aman, di mana keseluruhan kombinasi gaya aksial dan lentur yang diplot masih jauh dari cakupan kurva. Namun demikian, dalam arah sumbu lemahnya ($\phi P_n - \phi M_{n2}$), tampak bahwa ada beberapa kombinasi gaya yang sudah berada pada ambang batas cakupan kurva bahkan ada 1 kombinasi gaya $P_u - M_{u2}$ yang sudah di luar selimut kurva interaksi arah sumbu lemah. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kolom K2 tidak aman.

Distribusi gaya pada kolom K3 pada diagram interaksi dapat dilihat pada Gambar 6.

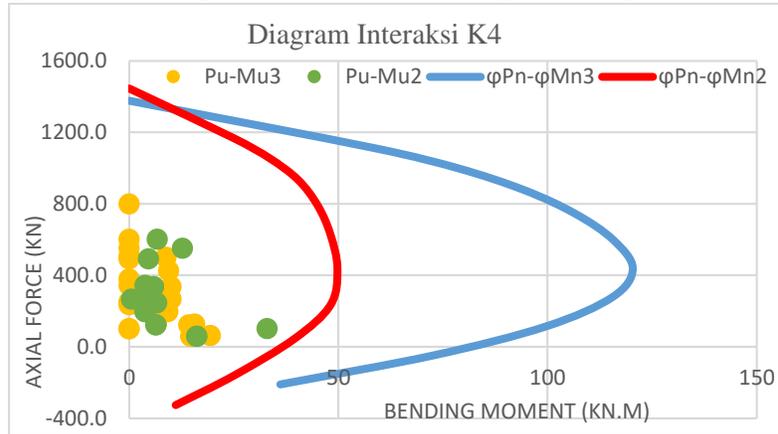


Gambar 6. Distribusi Gaya Aksial dan Lentur pada Diagram Interaksi Kolom K3

Kolom K3 merupakan kolom pipih dengan dimensi 15cmx60cm ($A_c=900\text{cm}^2$), yang berarti bahwa penampang kolom juga tidak simetris pada kedua sumbunya. Seperti halnya kolom K2, dari diagram interaksi K3 tampak jelas bahwa dalam arah sumbu kuatnya ($\phi P_n - \phi M_{n3}$) masih sangat aman, di mana keseluruhan kombinasi gaya aksial dan lentur yang diplot masih jauh dari cakupan kurva. Namun

demikian, dalam arah sumbu lemahnya ($\phi P_n - \phi M_{n2}$), tampak sudah ada 1 kombinasi gaya yang berada pada ambang batas selimut kurva. Meskipun secara umum, distribusi gaya pada kolom K3 masih berada pada angka yang aman.

Distribusi gaya pada kolom K4 pada diagram interaksi dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Distribusi Gaya Aksial dan Lentur pada Diagram Interaksi Kolom K4

Kolom K4 merupakan kolom pipih dengan dimensi 20cmx45cm ($A_c=900\text{cm}^2$), yang berarti bahwa penampang kolom juga tidak simetris pada kedua sumbunya. Dari diagram interaksi K4 tampak jelas bahwa dalam arah sumbu kuatnya ($\phi P_n - \phi M_{n3}$) masih sangat aman, di mana keseluruhan kombinasi gaya aksial dan lentur yang diplot masih jauh dari cakupan kurva. Begitu pula dalam arah sumbu lemahnya ($\phi P_n - \phi M_{n2}$) di mana tidak tampak kombinasi gaya yang berada pada ambang batas selimut kurva walaupun sudah dekat. Dengan demikian, distribusi gaya pada kolom K4 berada pada angka yang aman.

Dari keempat diagram interaksi dan distribusi gaya kolom yang diplot padanya, terlihat bahwa semakin pipih penampang kolom yang direncanakan, maka distribusi gaya semakin menuju ke arah luar ambang batas selimut kurva interaksi sumbu lemah padahal dalam arah sumbu kuatnya masih jauh dari cakupan selimut kurva, sekalipun luas penampang kolom dan luas total penulangan adalah sama. Hal ini didasari bahwa pada kondisi penampang yang berbentuk bujur sangkar, arah sumbu kuat dan sumbu lemah adalah simetris. Sementara semakin pipih penampang kolom, semakin jauh rasio kekuatan antara sumbu kuat dan sumbu lemahnya. Oleh karena itu, bahkan dalam perencanaan struktur yang hanya memperhitungkan beban ultimit gravitasi sekalipun, rasio kepipihan tetap menjadi dasar pertimbangan utama untuk merencanakan dimensi penampang kolom.

KESIMPULAN

Diagram interaksi merupakan cara pengecekan kekuatan kolom secara manual yang cukup mudah diaplikasikan pada berbagai tipe kolom. Dari diagram interaksi tinjauan terhadap 1 kolom bujur sangkar konvensional K1 dengan dimensi 30cmx30cm dan 3 variasi kolom pipih, dengan dimensi K2 yaitu 10cmx90cm, K3 yaitu 15cmx60cm, dan K4 yaitu 20cmx45cm, yang mana kesemuanya mempunyai luas penampang sebesar 900cm^2 , dan luas total tulangan yang sama yaitu 1608.5mm^2 , menghasilkan distribusi kombinasi gaya aksial dan momen lentur yang berbeda-beda pada masing-masing diagram interaksinya. Kolom pipih K2 memperoleh hasil yang tidak aman oleh karena ada kombinasi gaya yang sudah di luar

cakupan kurva interaksi arah sumbu lemahnya. Sementara untuk kolom pipih K3 dan K4, ada beberapa kombinasi gaya aksial dan momen lentur yang sudah berada pada ambang batas selimut kurva interaksi arah sumbu lemah, namun secara umum masih dikatakan aman. Dengan demikian, kolom pipih tetap boleh menjadi alternatif dalam merencanakan penampang kolom, namun rasio kepipihan harus tetap diperhatikan mengingat asimetris penampang menyebabkan terjadinya ketimpangan kekuatan antara sumbu kuat dan sumbu lemah. Dan untuk lebih mendetail, sebaiknya dilakukan analisis terhadap beban lateral, baik gempa maupun angin.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Imran I., Zulkifli E., 2014. Perencanaan dasar struktur beton bertulang. Penerbit ITB, Bandung. ISBN : 978-602-9056-73-0.
- [2] Imran I., Hendrik F., 2014. Perencanaan lanjut struktur beton bertulang. Penerbit ITB, Bandung. ISBN : 978-602-9056-74-7.
- [3] Limbongan, S. dkk., “Analisis Struktur Beton Bertulang Kolom Pipih pada Gedung Bertingkat”, Jurnal Sipil Statik, vol.4, no.8, pp.409-508. Ags. 2016.
- [4] Liando, F.J., S. O. Dapas, dan S. E. Wallah, “Perencanaan Struktur Beton Bertulang Gedung Kuliah 5 Lantai”, Jurnal Sipil Statik, vol. 8, no. 4, pp. 471-482. Juli. 2020.
- [5] Roring, Y. dkk., “Respon Dinamis Struktur Bangunan Beton Bertulang Bertingkat Banyak Dengan Kolom Berbentuk Pipih”, Jurnal Teknik Sipil, vol. 4, no. 10, pp. 649-555, 2016.
- [7] Sakti, Tersianus Rada, Dolly W. Karels, dan Remigildus Cornelis, “Analisis Kinerja Kolom Pipih Dan Kolom Konvensional pada Bangunan Bertingkat Rendah”, Jurnal Forum Teknik Sipil, vol.1, no.2, pp.56-67, Mei.2022.
- [8] SNI 1727: 2020. Beban Minimum untuk perancangan bangunan gedung dan struktur lain. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [9] SNI 2847: 2019. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- [10] Subrianto, Agus, Puryanto, dan Fadhila Firdausa, “Evaluasi Kapasitas Penampang Kolom Beton Bertulang, Menggunakan Diagram Interaksi”, Pilar Jurnal Teknik Sipil, vol.15, no.1, pp.12-18, Mar.2020.
- [11] Megasari, S. W., Gusneli Yanti, dan Zainuri, “Kapasitas Struktur Kolom Pipih Beton Bertulang pada Perumahan Villa Anggrek Kota Pekanbaru”, Jurnal Infrastruktur, vol. 6, no. 2, pp. 157-165, Okt. 2020.