

# Pengembangan Diagram Interaksi Non Dimensional untuk Alat Bantu Desain Kolom dengan Tulangan Empat Sisi menurut SNI 2847 : 2019

Nicolas Lenno Billthyro Halawa\* dan Slamet Widodo

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta 55281, Indonesia

## ABSTRAK

**Kata Kunci:**  
Diagram interaksi  
Kolom  
Beton bertulang

Pada masa ini penduduk semakin terus bertambah banyak di tiap-tiap tahun. Pembangunan konstruksi gedung bertingkat merupakan salah satu cara untuk mengurangi penggunaan lahan yang luas akan tetapi dapat menampung banyak penduduk di dalamnya. Dalam perencanaan kolom untuk mempertimbangkan kapasitas momen dan aksial yang terjadi pada kolom dapat ditinjau melalui diagram interaksi P-M kolom. Pada penelitian kali ini diagram interaksi yang menjadi alat bantu dalam perencanaan kolom akan disesuaikan menurut SNI 2847:2019 dan SNI 2052:2017, sehingga dapat menjadi alat bantu untuk mempermudah perencanaan kolom khususnya di negara Indonesia. Pada penelitian ini kolom yang digunakan merupakan kolom persegi dengan dimensi tinggi dan lebarnya sama. Mutu beton yang digunakan pada pengujian ini yakni 20, 25, 30, 35, 40 MPa. Mutu tulangan yang digunakan yakni 280, 420, 520, 550 MPa. Rasio jarak tulangan terluar terhadap tinggi kolom ( $t$ ) yang digunakan ialah 0,8. Hasil dari penelitian ini kemudian akan diaplikasikan pada gedung 6 yang kemudian akan dilakukan validasi dengan membandingkan antara hasil diagram yang telah dikembangkan sebagai alat bantu dengan diagram pada ACI SP-17(14). Nilai rasio tulangan yang didapatkan sebesar 2,1% pada studi kasus Gedung 6 lantai. Akurasi diagram interaksi yang dikembangkan dibandingkan dengan ACI SP-17(14) menghasilkan nilai tingkat akurasi sebesar 8,695%.

## ABSTRACT

**Keywords:**  
Interaction diagram  
Column  
Reinforced concrete

*At this time the population continues to grow more and more every year. The construction of multi-storey buildings is one way to reduce the use of large areas of land but can accommodate many residents in it. In column planning to consider the moment and axial capacity that occurs in the column can be reviewed through the column P-M interaction diagram. In this research, the interaction diagram which is a tool in column planning will be adjusted according to SNI 2847:2019 and SNI 2052:2017, so that it can be a tool to facilitate column planning, especially in Indonesia. In this research, the column used is a square column with the same height and width dimensions. The concrete quality used in this test is 20, 25, 30, 35, 40 MPa. The quality of reinforcement used is 280, 420, 520, 550 MPa. The ratio of the outermost reinforcement distance to the column height ( $t$ ) used is 0.8. The results of this research will then be applied to building 6 which will then be validated by comparing the results of the diagram that has been developed as a tool with the diagram in ACI SP-17(14). The reinforcement ratio value obtained is 2.1% in the case study of a 6-story building. The accuracy of the developed interaction diagram compared to ACI SP-17(14) resulted in an accuracy rate of 8.695%.*



This is an open access article under the CC-BY license.

## 1. Pendahuluan

Pada masa ini penduduk semakin terus bertambah banyak di tiap-tiap tahun. Kepadatan penduduk ini mempengaruhi jumlah lahan yang tersedia sehingga mendorong manusia untuk berpikir maju dalam menyelesaikan permasalahan ini. Pembangunan konstruksi gedung bertingkat merupakan salah satu cara untuk mengurangi penggunaan lahan yang luas akan tetapi dapat menampung banyak penduduk di dalamnya.

Pembangunan konstruksi tentunya harus direncanakan dengan sangat baik dan kokoh. Konstruksi yang kokoh didasarkan oleh perencanaan struktur yang telah diperhitungkan dengan sangat matang. Salah satu konstruksi yang sering dipergunakan pada masa kini ialah konstruksi beton bertulang.

Pada konstruksi bangunan, kolom berfungsi untuk menopang beban pada balok dan plat yang kemudian diteruskan di tanah melalui pondasi. Beban yang dari plat dan balok merupakan beban aksial tekan dan momen

\*Corresponding author.

E-mail: [nicolaslenno\\_2020@student.uny.ac.id](mailto:nicolaslenno_2020@student.uny.ac.id)

Available online 30 September 2024

lentur. Oleh karena itu kolom adalah struktur bangunan yang menopang beban aksial tekan dengan ataupun tanpa momen lentur.

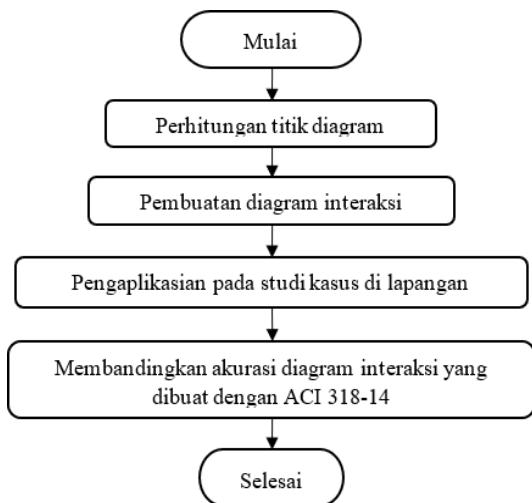
Dalam perencanaan kolom untuk mempertimbangkan kapasitas momen dan aksial yang terjadi pada kolom dapat ditinjau melalui diagram interaksi P-M kolom. Diagram interaksi kolom juga dapat digunakan untuk merencanakan kebutuhan persentase tulangan yang digunakan dalam perencanaan kolom. Dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) 2847:2019, rasio tulangan antara 1% hingga 8%. Dalam mendesain kolom terdapat beberapa metode yang dapat digunakan. Metode analitis cenderung rumit untuk dilakukan sehingga membutuhkan waktu yang lama. Terdapat metode alternatif yang bisa digunakan dalam mendesain kolom yakni dengan menggunakan alat bantu. Referensi alat bantu untuk menentukan rasio tulangan melalui diagram interaksi masih sangat sulit untuk dicari. Alat bantu yang ada juga masih merujuk pada standar American Concrete Institute (ACI) SP-17(14) The reinforced Concrete Design Handbook. Hal ini mengakibatkan perencanaan kolom menjadi lebih sulit dikarenakan perbedaan kebutuhan mutu beton dan tulangan yang dipergunakan di Indonesia. Berdasarkan hal itu perlu penyesuaian mutu dari material yang direncanakan.

Oleh karena itu, pada penelitian kali ini diagram interaksi yang menjadi alat bantu dalam perencanaan kolom akan disesuaikan menurut SNI 2847:2019 dan SNI 2052:2017, sehingga dapat menjadi referensi untuk mempermudah perencanaan kolom khususnya di negara Indonesia. Tujuan dilakukannya penelitian ini yaitu untuk Mengembangkan grafik diagram interaksi kolom non dimensional dengan tulangan pada empat sisi sesuai standar material dan kondisi lapangan di Indonesia.

## 2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini kolom yang digunakan merupakan kolom persegi dengan dimensi tinggi dan lebarnya sama. Mutu beton yang digunakan pada pengujian ini yakni 30 MPa. Mutu tulangan yang digunakan yakni 420 MPa. Rasio jarak tulangan terluar terhadap tinggi kolom ( $\gamma$ ) yang digunakan ialah 0,8.

Diagram interaksi yang dikembangkan menggunakan 6 titik acuan yang dihitung yakni titik aksial tekan murni, eksentrisitas minimum, regangan sebesar 0 (nol) untuk tulangan tarik terluar, regangan yang terjadi 50%, keadaan seimbang, dan keadaan momen lentur murni. Bagan alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.

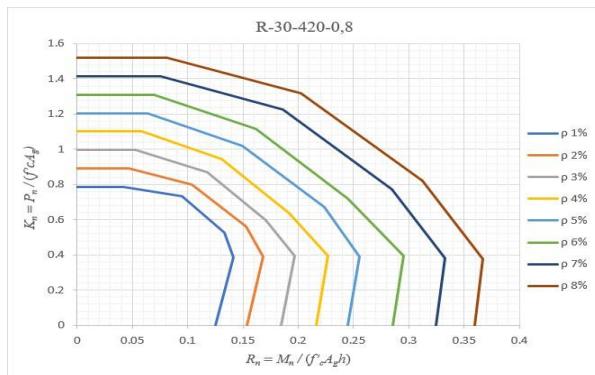


Gambar 1. Bagan Alir Penelitian

## 3. Hasil dan Pembahasan

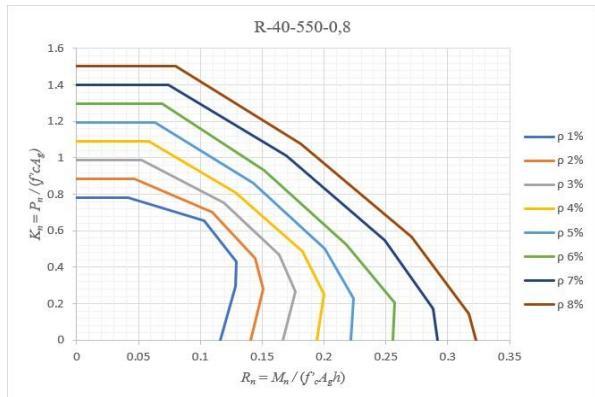
### 3.1 Hasil Penelitian

Hasil dari diagram interaksi yang telah didesain untuk nilai gama 0,8 dengan mutu beton normal dengan kekuatan 30 MPa dan mutu baja tulangan 420 MPa dapat dilihat pada Gambar 2.



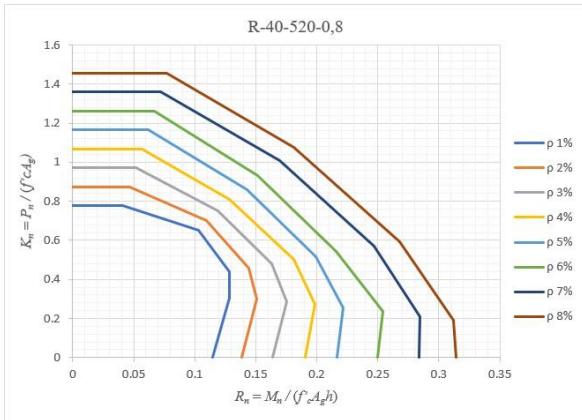
Gambar 2. R-30-420-0,8

Selanjutnya untuk hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 40 MPa, mutu baja tulangan 550 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 3.



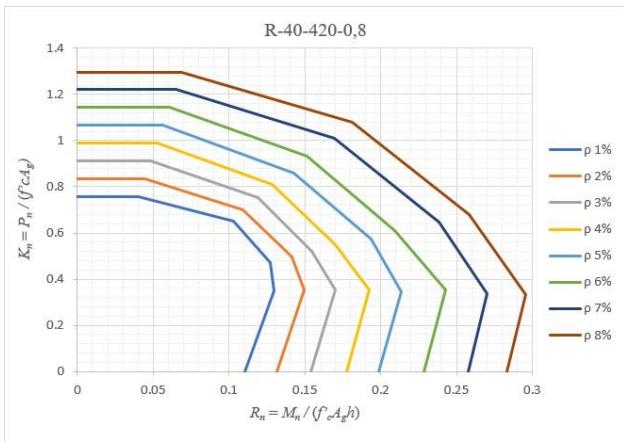
Gambar 3. R-40-550-0,8

Hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 40 MPa, mutu baja tulungan 520 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 4.



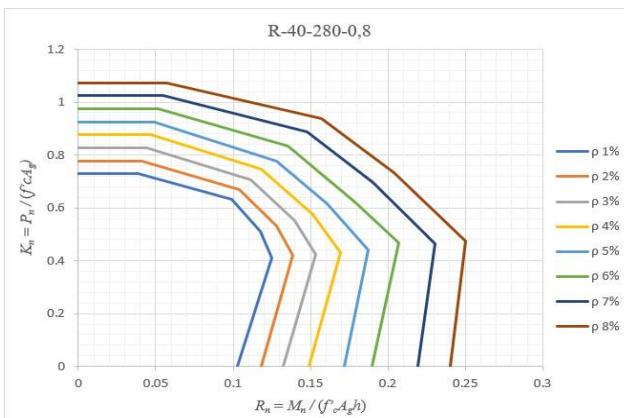
Gambar 4. R-40-520-0,8

Hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 40 MPa, mutu baja tulungan 420 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 5.



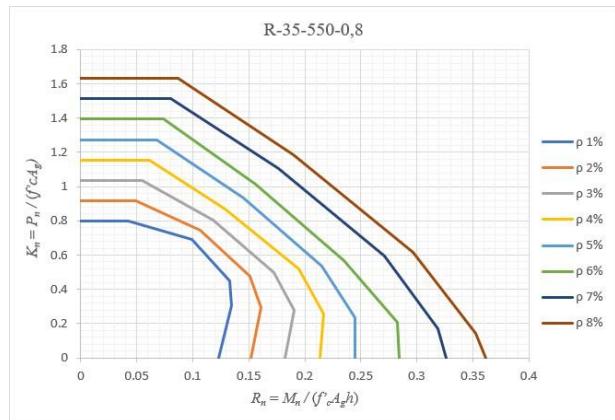
Gambar 5. R-40-420-0,8

Hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 40 MPa, mutu baja tulungan 280 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 6.



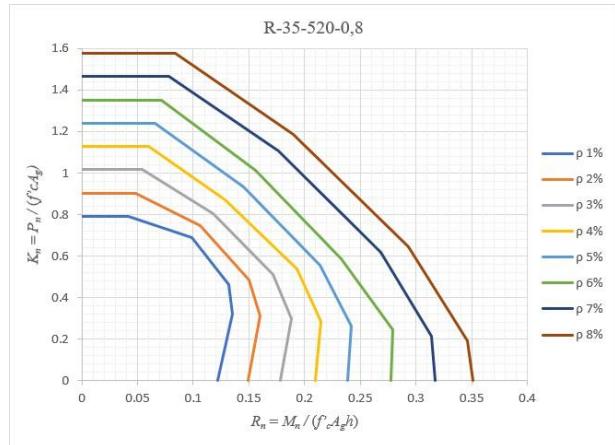
Gambar 6. R-40-280-0,8

Hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 35 MPa, mutu baja tulungan 550 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 7.



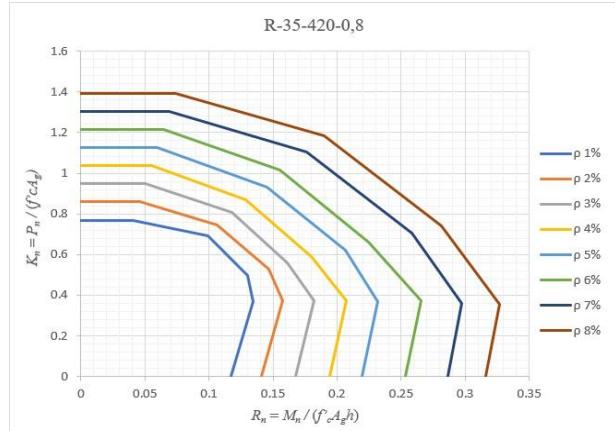
Gambar 7. R-35-550-0,8

Hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 35 MPa, mutu baja tulungan 520 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 8.



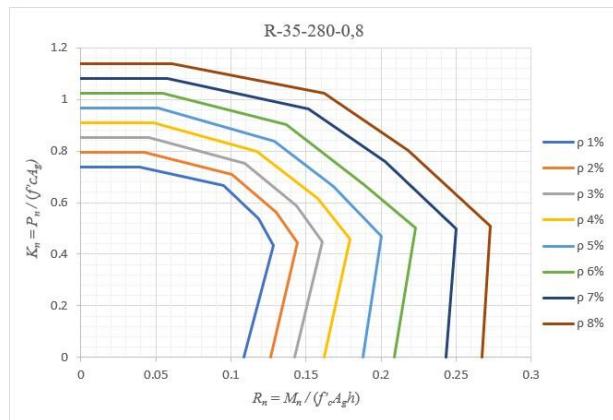
Gambar 8. R-35-520-0,8

Hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 35 MPa, mutu baja tulungan 420 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 9.



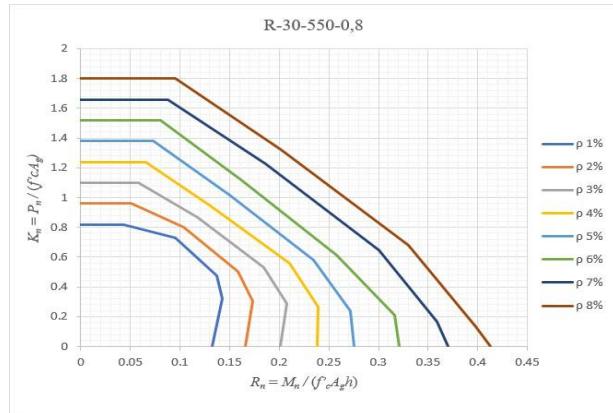
Gambar 9. R-35-420-0,8

Hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 35 MPa, mutu baja tulangan 280 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 10.



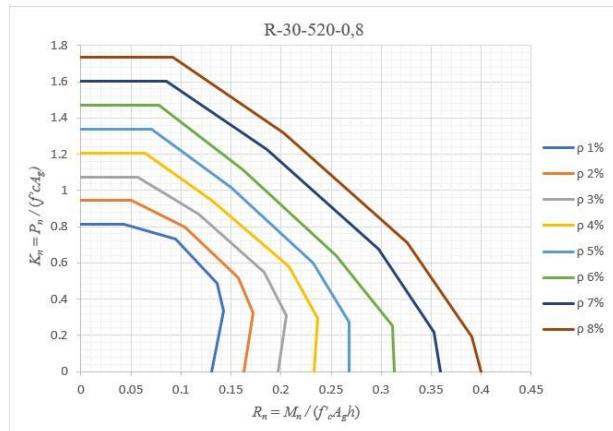
Gambar 10. R-35-280-0,8

Hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 30 MPa, mutu baja tulangan 550 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 11.



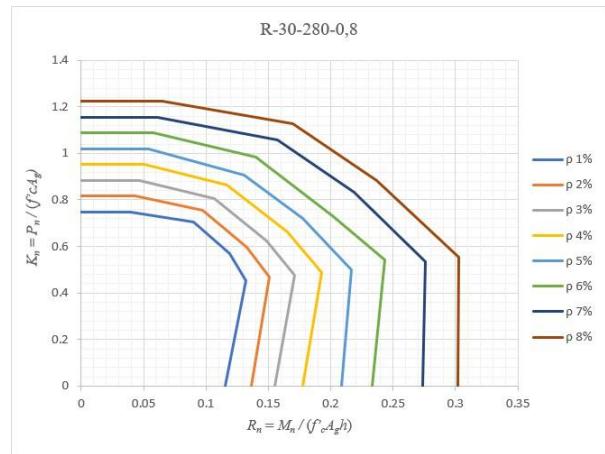
Gambar 11. R-30-550-0,8

Hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 30 MPa, mutu baja tulangan 520 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 12.



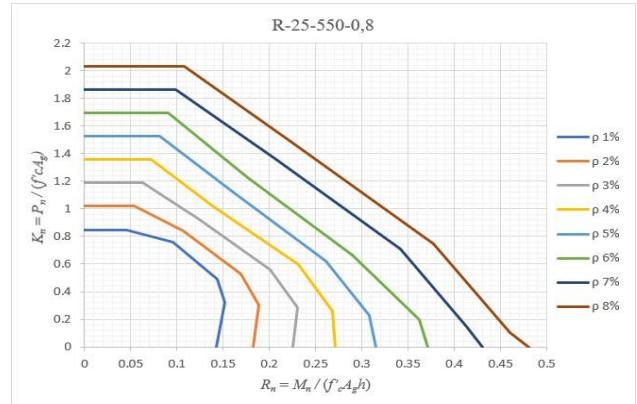
Gambar 12. R-30-520-0,8

Hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 30 MPa, mutu baja tulangan 280 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 13.



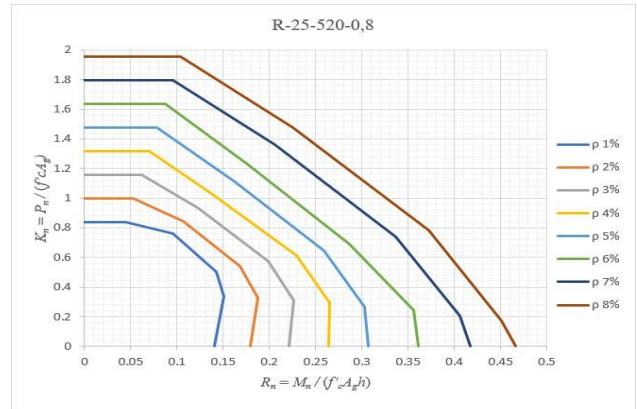
Gambar 13. R-30-280-0,8

Hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 25 MPa, mutu baja tulangan 550 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 14.



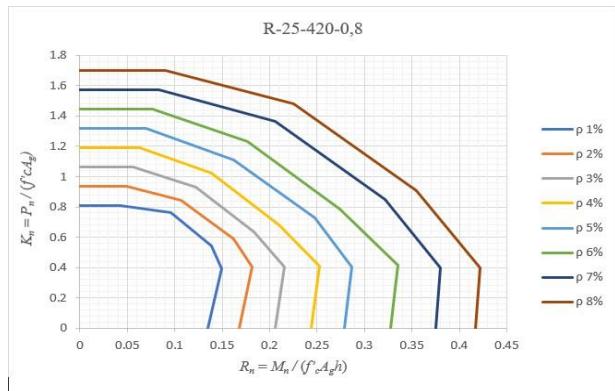
Gambar 14. R-25-550-0,8

Hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 25 MPa, mutu baja tulangan 520 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 15.



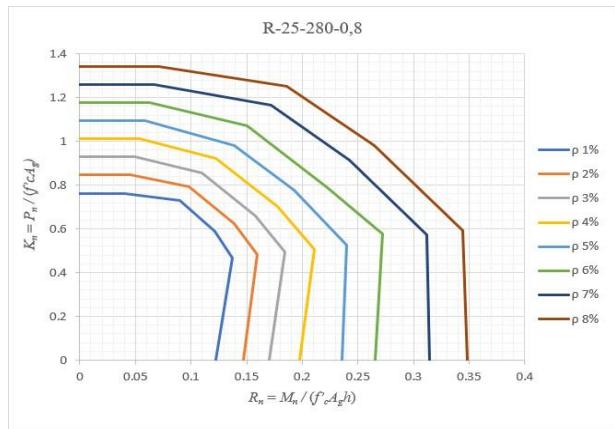
Gambar 15. R-25-520-0,8

Hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 25 MPa, mutu baja tulangan 420 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 16.



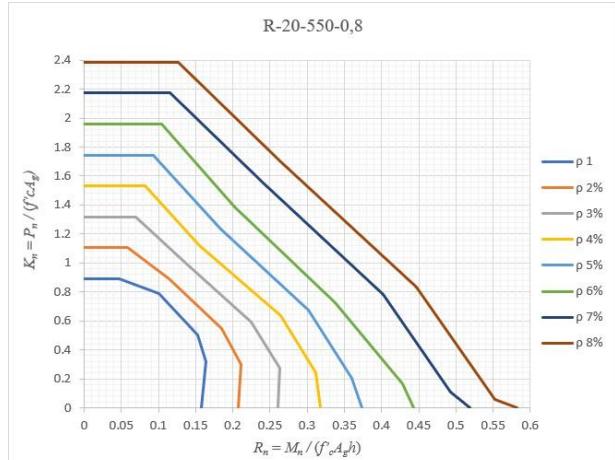
**Gambar 16.** R-25-420-0,8

Hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 25 MPa, mutu baja tulangan 280 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 17.



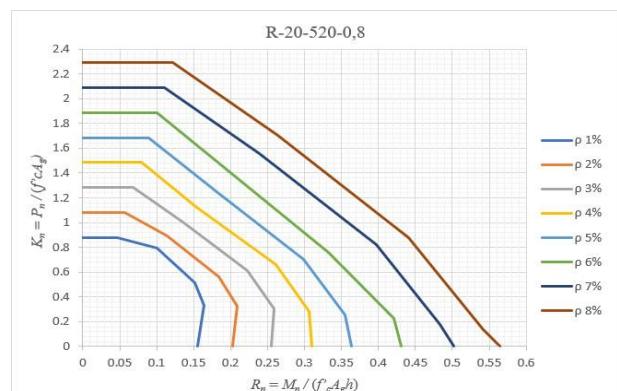
**Gambar 17.** R-25-280-0,8

Hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 20 MPa, mutu baja tulangan 550 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 18.



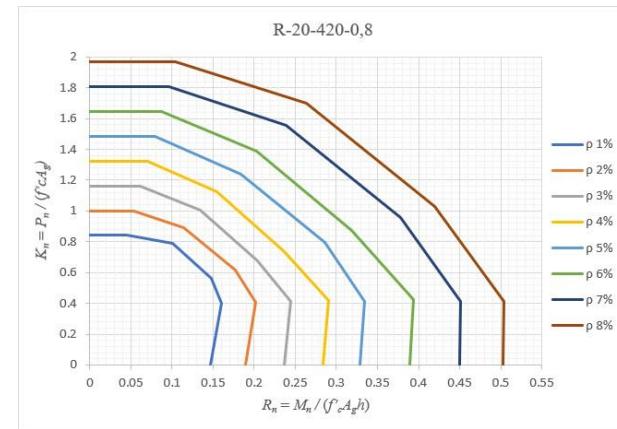
**Gambar 18.** R-20-550-0,8

Hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 20 MPa, mutu baja tulangan 520 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 19.



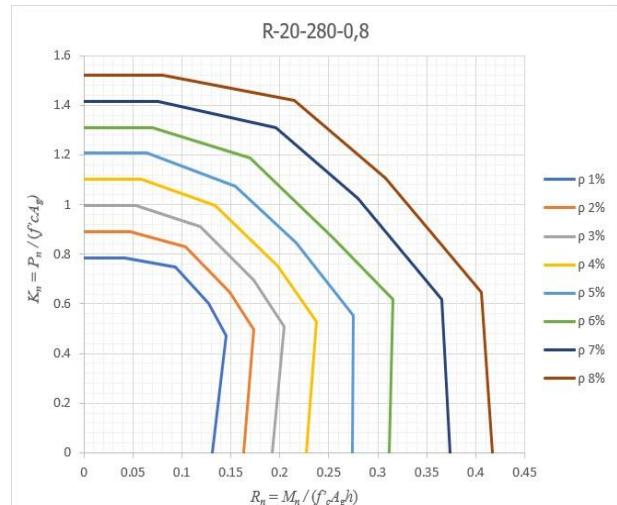
**Gambar 19.** R-20-520-0,8

Hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 20 MPa, mutu baja tulangan 420 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 20.



**Gambar 20.** R-20-420-0,8

Hasil diagram interaksi dengan mutu beton normal 20 MPa, mutu baja tulangan 280 MPa dan nilai gama 0,8 dapat dilihat pada Gambar 21.



**Gambar 21.** R-20-280-0,8

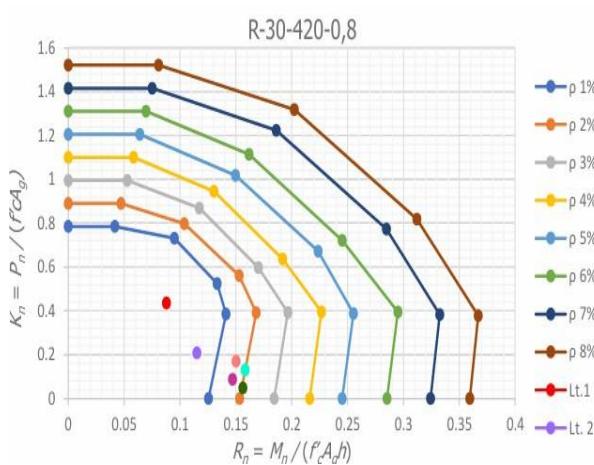
### 3.2 Aplikasi

Diagram interaksi yang telah didesain kemudian akan dicoba pada studi kasus gedung rawat inap 6 (enam) lantai di daerah Klaten untuk mencari rasio tulangan yang dibutuhkan dengan data teknis pada Tabel 1.

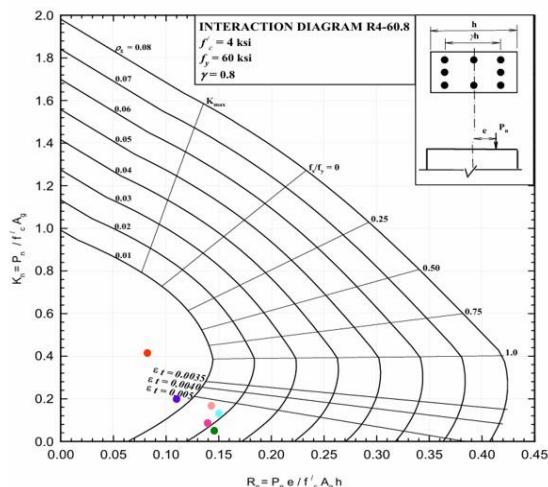
Dari data tersebut kemudian dimasukan dalam diagram interaksi R-30-420-0,8 pada Gambar 22, sehingga mendapatkan titik perpotongan yang akan digunakan sebagai nilai rasio tulangan yang digunakan pada perencanaan kolom. Nilai dari rasio tulangan yang digunakan sebesar 2,1% dikarenakan titik perpotongan mayoritas masih berada di dalam grafik diagram 2,1%.

**Tabel 1.** Data Gedung 6 Lantai

Lantai	Pu (N)	Mu (Nmm)	Dimensi (mm <sup>2</sup> )	Mutu Beton	Mutu Tulangan
1	3061	370195			
	913,6	200			
2	1466	484937			
	535,4	100			
3	1193	632896			
	410,8	600	600 x 600	30 MPa	420 MPa
4	9220	666964			
	62	200			
5	6211	619372			
	44,1	300			
6	3365	658027			
	30	600			



**Gambar 22.** Hasil Plot Studi Kasus



**Gambar 23.** Diagram Interaksi ACI SP-17(14) R4-60,8

### 3.3 Perbandingan Dengan ACI SP-17(14)

Hasil dari studi kasus yang telah dilakukan kemudian dilakukan percobaan yang sama dengan menggunakan diagram interaksi berdasarkan ACI SP-17(14). Hal ini dilakukan untuk melakukan pengecekan akurasi dari diagram yang telah dikembangkan dan menjadikan dasar bahwa diagram tersebut dapat dipergunakan di lapangan dan memiliki nilai yang relatif sama dengan ACI SP-17(14).

Berdasarkan Gambar 23 dapat dilihat bahwa nilai Kn dan Rn masing-masing mayoritas berada di area 2,3%. Selanjutnya dilakukan cek akurasi hasil dari diagram yang telah dikembangkan dengan hasil pada diagram ACI SP-17(14) didapatkan persen akurasi sebesar 8,695%, dimana nilai ini relatif kecil sehingga diagram dapat digunakan.

### 4. Simpulan

- (1). Telah dikembangkan diagram-diagram interaksi kolom sebagai alat bantu perencanaan kolom beton bertulang pada 4 (empat) sisi mengacu pada SNI 2847:2019 dengan perhitungan sebanyak 6 (enam) titik pada setiap diagram interaksi yakni titik aksial tekan murni, eksentrisitas minimum, regangan sebesar 0 (nol) untuk tulangan tarik terluar, regangan yang terjadi 50%, keadaan seimbang, dan keadaan momen lentur murni. (2). Diagram interaksi kolom yang dikembangkan menggunakan mutu beton normal dengan kekuatan tekan 20, 25, 30, 35, dan 40 MPa. Mutu tulangan yang digunakan ialah 280, 420, 520, dan 550 MPa. Nilai gama yang digunakan yakni 0,8. (3). Hasil

dari diagram interaksi yang telah dikembangkan kemudian diaplikasikan ke dalam studi kasus bangunan gedung rawat inap 6 (enam) lantai di daerah Klaten mendapatkan nilai rasio tulangan sebesar 2,1%. (4). Akurasi diagram interaksi yang dikembangkan dibandingkan dengan ACI SP-17(14) menghasilkan nilai tingkat akurasi sebesar 8,695%.

## Daftar Rujukan

- [1] Agus Santoso, Darmono, Faqih Ma'arif, Sumarjo H. (2017). Studi Perbandingan Rancang Campur Beton Normal Menurut SNI 03-2834-2000 dan SNI 7656:2012. *INERSIA*, 106-115.
- [2] American Concrete Institute. (2015). The Reinforced Concrete Design Handbook. ACI SP-17(14). Farmington Hills: ACI
- [3] Badan Standardisasi Nasional. (2017). *Baja Tulangan Beton*. SNI 2052:2017. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- [4] Badan Standardisasi Nasional. (2019). *Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung dan Penjelasan*. SNI 2847:2019. Jakarta: Departemen Pekerjaan Umum.
- [5] Bahar. (2005). *Pedoman Pekerjaan Beton*. Jakarta: Wijaya Karya.
- [6] James K. Wight, James G. MacGregor. (2011). *Reinforced Concrete Mechanics & Design 6E*. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education.
- [7] Sabariman, B. (2018). Kuat Tekan Aksial Kolom Pendek Terkekang Penampang Persegi Diperkuat Serat Baja. *INERSIA*, 1-12.
- [8] Sri Rejeki Laku Utami, Muh Zaini, Adib Wajyu Hidayat. (2021). Pengaruh Penambahan Waste Glass Sebagai Agregat Kasar. *INERSIA*, 107-117.
- [9] STRUNET. (2014). Concrete Design AIDS. Des Plaines: STRUNET.
- [10] Sudarmako. (1996). *Perencanaan dan Analisis Kolom Beton*. Yogyakarta: Biro Penerbit.
- [11] Tjokrodimuljo. (2007). *Teknologi Bahan Konstruksi*. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada .
- [12] Widodo, S. (2008). *Struktur Beton I*. Yogyakarta: Departemen Pendidikan Nasional Universitas Negeri Yogyakarta.