

PENGARUH LUAS BAJA TULANGAN PADA KONDISI AXIAL FORCES TERHADAP KAPASITAS PENAMPANG STRUKTUR KOLOM GEDUNG BERTINGKAT TINGGI

Maulana Mansyurudin Alim¹, Muhammad Ujianto²

^{1,2}Prodi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani No.157, Pabelan, Kartasura, Sukoharjo, Jawa Tengah 57169, Jawa Tengah

*Email: ¹d100190272@student.ums.ac.id, ²ujianto@ums.ac.id

Abstrak

Kolom adalah elemen struktur bangunan yang fungsinya menyangga beban aksial. Kolom meneruskan beban dari balok pelat dilanjutkan ke tanah melalui pondasi pada bangunan gedung. Berdasarkan perkembangan penelitian mengindikasikan bahwa total luas tulangan untuk kolom harus memperhitungkan beban aksial yang ada pada kolom. Analisa dilakukan pada kondisi beban sentris ($m=0$) untuk mengetahui pengaruh luas baja tulangan serta kelangsingannya terhadap nilai maksimal kapasitas penampang kolom ($P_{n,max}$) kolom serta kesesuaian terhadap SNI T-15-1991-03 tentang Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan. Sumber data dianalisa struktur kolom ini didapatkan dari shop drawing detail kolom proyek pembangunan Gedung MRT HUB Simpang Temu Dukuh Atas. Kemudian dihitung dengan software excel luasan tulangan, lalu kuat tekan aksial, dan nilai maksimal kapasitas penampang. Dari hasil analisa dapat disimpulkan bahwa luas baja tulangan serta kelangsingan mempengaruhi nilai kapasitas penampang kolom $P_{n,max}$. analisa ini juga dipengaruhi oleh jumlah baja tulangan dan spesifikasi mutu beton. Dari analisa perhitungan didapatkan nilai $P_{n,max}$ tertinggi pada kolom K1B lantai 1 sebesar $P_{n,max}$ 38181,91 kN. Kolom yang dianalisa sudah memenuhi syarat SNI T-15-1991-03 mengenai Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan, yaitu dari segi jumlah tulangan pokok pada tiap kolom, jarak bersih tulangan pokok dengan sengkang, diameter tulangan pokok dan tebal selimut beton.

Kata kunci: baja tulangan, gaya aksial, gedung, kolom

Abstract

Column is a building structural element whose function is to support axial loads. The column transmits the load from the slab beam to the ground through the foundation of the building. Based on research developments indicate that the total area of reinforcement for the column must take into account the axial load that is on the column. The analysis was carried out under centric load conditions ($m=0$) to determine the effect of the area of reinforcing steel and its slenderness on the maximum value of the column cross-sectional capacity ($P_{n,max}$) of the column and conformity with SNI T-15-1991-03 concerning Procedures for Calculation of Concrete Structures for Buildings. The data source analyzed for this column structure was obtained from shop drawings detailing the columns of the MRT HUB Simpang Temu Dukuh Atas Building development project. Then calculated using excel software the area of reinforcement, then the axial compressive strength, and the maximum value of cross-sectional capacity. From the results of the analysis it can be concluded that the area of the reinforcing steel and the slenderness affect the value of the $P_{n,max}$ column cross-section capacity. This analysis is also influenced by the amount of reinforcing steel and concrete quality specifications. From the calculation analysis, it was found that the highest $P_{n,max}$ value in column K1B floor 1 was $P_{n,max}$ 38181.91 kN. The column being analyzed complies with the requirements of SNI T-15-1991-03 concerning Procedures for Calculation of Concrete Structures for Buildings, namely in terms of the number of main reinforcement in each column, the clear distance between the main reinforcement and stirrups, the diameter of the main reinforcement and the thickness of the concrete cover.

Keywords: axial force, buildings, columns, reinforcing steel,

1. PENDAHULUAN

Bangunan gedung merupakan salah satu elemen penting dalam pembangunan suatu daerah. Dalam pembangunan gedung diperlukan perhatian terhadap kondisi lingkungan sekitar. Oleh sebab itu dibutuhkan perencanaan yang sesuai dengan fungsi bangunan dan luasan yang akan dibangun serta harus memperhitungkan berapa banyak material yang dibutuhkan. Perencanaan suatu bangunan diperlukan untuk menjamin kekuatan dan fungsi bangunan itu sendiri. Kolom adalah elemen struktur yang dapat menahan momen aksial dan momen lentur. Beban dari balok ditampung oleh kolom yang bertindak sebagai batang tekan pada arah vertikal rangka. Kolom kemudian akan menyalurkan beban dari elevasi atas ke elevasi yang lebih rendah hingga mencapai tanah melalui pondasi. Pondasi menyalurkan beban yang ditopang oleh kolom ke tanah. Akibatnya, gaya dan momen tekan aksial ditanggung oleh kolom. Besi dan beton digunakan untuk membangun struktur kolom. Keduanya terbuat dari bahan yang dapat menahan ketegangan dan tekanan. Beton adalah bahan yang tahan tekanan, sedangkan besi tahan terhadap gaya tarik. (Erwansyah dkk, 2022)

1.1 Kolom

Kolom bangunan adalah elemen struktural yang fungsi utamanya adalah untuk mendukung beban aksial. Dalam konstruksi suatu bangunan, Kolom berfungsi sebagai penopang beban yang berasal dari balok dan pelat, yang disalurkan melalui bagian bawah pondasi ke tanah. Beban tekan aksial dan momen lentur merupakan beban yang diakibatkan oleh balok dan pelat. (SNI 2847-2013). (Asroni, 2010) Menjelaskan berdasarkan jenisnya, kolom dapat dibedakan dari letak beban aksial pada penampang kolom dan berbagai bentuk susunan tulangan. Selain itu, kolom dapat dilihat berdasarkan panjang kolom dalam kaitannya berhubungan dengan dimensi lateral.

Bagian penyusun kolom berdampak pada kapasitasnya untuk menahan beban tekan. Keruntuhan kolom disebabkan oleh gaya tarik pada arah lateral saat kolom mengalami beban tekan aksial. Beton adalah bagian utama dari kolom, dan memiliki kemampuan yang buruk untuk menahan tegangan. Oleh sebab itu Beton digabungkan dengan baja yang memiliki kekuatan tarik yang tinggi. Dalam penelitian ini diperkirakan bahwa variasi konfigurasi baja adalah kapasitas tekan kolom akan terpengaruh tergantung kepada baja

profil atau baja tulangan yang digunakan. (Andreas dkk, 2017)

Menurut (Kristianto dan Navrandinata, 2019) Kolom adalah elemen vertikal bangunan yang memungkinkan struktur menahan beban aksial dan momen yang disebabkan oleh gravitasi dan beban lateral. Selain tulangan longitudinal, tulangan melintang diperlukan agar kolom beton berfungsi sebagai elemen struktur yang kuat dan untuk meningkatkan perilaku mekanisnya.

(Wuritno, 2012) Kolom ini penting karena membantu memindahkan beban dari sistem lantai ke pondasi.

1.2 Aksial

(Kristianto dan Navrandinata, 2019) Karena dominasi beban aksial dalam kolom, sulit untuk menghindari kegagalan tekan. Banyak retakan akan terjadi sepanjang tinggi kolom di lokasi tulangan sengkang jika beban pada kolom terus bertambah. Tulangan longitudinal akan mengalami kegagalan dan tekuk lokal pada panjang yang tidak ditopang oleh sengkang atau spiral jika beban terus meningkat.

Beban aksial murni terjadi ketika beban pusat diterapkan ke kolom. Dalam kondisi ini, kapasitas melintang kolom dapat dihitung. (Riyanto, 2018)

Gaya aksial adalah gaya yang bekerja sepanjang atau sejajar dengan sumbu longitudinal, dapat berupa tekan atau tarik. Meskipun tegangan aksial dapat didefinisikan sebagai besarnya gaya yang bekerja pada setiap luas penampang tubuh yang mengalami banyak gaya.

(Asroni dan Muntafi, 2013) menjelaskan kolom saat mengalami beban sentris dan kolom saat mengalami beban eksentris :

1.2.1 Kolom saat mengalami beban sentris

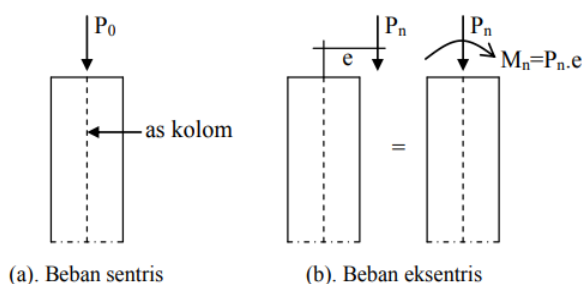
Kolom dengan beban sentris adalah saat beban yang ditanggung kolom adalah gaya aksial sentris nominal (P_0) yang searah sumbu longitudinal kolom. Kolom mendukung beban aksial (P_0) tanpa momen lentur ($M_n=0$) dalam keadaan ini. Kondisi beban sentris ini tidak pernah (jarang) terjadi pada kenyataan sehari-hari. Akibatnya, kolom hanya dapat menahan beban aksial nominal (P_n , maks) 80% dari P_0 . Untuk persamaan mencari beban besar aksial dirumuskan :

$$P_0 = 0,85 \cdot f_c \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y \quad (1)$$

$$P_{n, \text{maks}} = 0,80 \cdot P_0 \quad (2)$$

1.2.2 Kolom saat mengalami beban eksentris

Beban eksentrik ditopang oleh kolom jika gaya aksial P_n bekerja di luar sumbu kolom. Saat $M_n = P_n \times e$, besarnya beban eksentrik dapat dibagi menjadi dua jenis yaitu gaya aksial sentris P_n dan momen lentur M_n .



Gambar 1. Kolom dengan beban sentris dan beban eksentris
(Sumber : Asroni, 2013)

Dalam pembuatan kolom sendiri komponen material baja tulangan menjadi komponen yang vital. Komponen penyusun pada kolom berpengaruh terhadap kapasitas kolom. ketika kolom yang menerima beban aksial tekan mengalami gaya tarik pada arah lateral maka akan menyebabkan Keruntuhan pada kolom. Beton, komponen utama dari sebagian besar kolom, adalah material yang lemah di bawah tegangan. Oleh karena itu, beton dipadukan dengan baja yang memiliki kuat tarik tinggi. Pada penelitian ini diasumsikan bahwa variasi jumlah baja tulangan mempengaruhi luas tulangan yaitu. Penggunaan baja tulangan memberikan pengaruh yang berbeda terhadap nilai kapasitas tekan kolom.

2. METODOLOGI.

Tujuan dari paper ini adalah menganalisa dan mencari pengaruh nilai luas baja tulangan serta kelangsingannya terhadap nilai maksimal kapasitas penampang kolom ($P_{n,maks}$) pada beberapa tipe kolom serta kesesuaian terhadap SNI T-15-1991-03 mengenai Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan berdasarkan data yang diperoleh dari proyek pembangunan Gedung MRT HUB Simpang Temu Dukuh Atas yaitu struktur kolom tipe K1, K1B, K2, K3, K4, dan KR1. serta kesesuaian terhadap SNI T-15-1991-03 tentang

Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung :

- Tulangan pokok sebuah kolom minimal terdiri atas 6 tulangan dalam 1 penampang kolom.
- Jarak bersih antar tulangan pokok memanjang dengan sengkang $\geq 1,5$ kali diameter tulangan atau minimal 40 mm.
- Tulangan pokok dengan ukuran dibawah 32 mm harus diikat menggunakan sengkang $\varnothing 10$.
- Tebal selimut beton yang digunakan

Analisis kolom pada proyek pembangunan Gedung MRT HUB Simpang Temu Dukuh Atas dikerjakan dengan software pengolah angka (*excel*) . Penjelasan urutan analisis pada kolom beton bertulang adalah :

- Pengumpulan data yang diperlukan.
- Struktur kolom yang mengalami gaya aksial.
- Dikerjakan menggunakan software pengolah angka (*excel*) yang dapat mengolah data secara efisien, akurat, dan cepat.
- Batasan dalam analisa perhitungan antara lain :
 - Spesifikasi Mutu beton (f_c') yang digunakan adalah mutu beton yaitu 40 MPa untuk kolom dari basement 2 sampai lantai 4 dan 30 MPa untuk kolom dari lantai 5 sampai lantai atap.
 - Diameter tulangan (\varnothing) yang dipakai dalam struktur kolom adalah $\varnothing 25$ tulangan utama dan $\varnothing 13$ untuk tulangan sengkang. Baja tulangan yang digunakan adalah BJTD dengan f_y 420 MPa.
- Kolom utama yang dianalisa pada Proyek Gedung MRT-Hub Simpang Temu Dukuh Atas ada beberapa jenis, yaitu tipe K1, K1B, K2, K3, K4, dan KR1 pada lantai *basement* 2 sampai lantai atap, terkecuali kolom KR1 yang hanya ada dilantai *basement* 2.

5. Analisa Perhitungan
Analisa digunakan untuk mencari nilai $P_{n,maks}$ pada keadaan axial force ($m=0$). Pada analisa nilai maksimal kapasitas penampang kolom beton bertulang, setelah didapat data masing-masing

kolom lalu dicari luas total tulangan pada tipe kolom tersebut, persamaan yang digunakan :

Untuk mencari nilai luas total tulangan :

$$A_{st} = n \cdot \pi / 4 \cdot D^2 \quad (1)$$

dengan:

A_{st} = luas total tulangan (mm^2)

n = Jumlah tulangan

D^2 = Diameter Tulangan (mm)

Setelah mengetahui nilai luasan tulangan, lalu dilanjut dengan mencari kuat tekan aksial pada kondisi sentris ($M_n = 0$) digunakan persamaan :

$$P_{n0} = 0,80 \cdot (0,85 \cdot f_c' \cdot b \cdot h + A_{st} \cdot (f_y - 0,85 \cdot f_c')) \cdot 10^{-3} \quad (2)$$

dengan :

P_{n0} = kuat tekan aksial (kN)

f_c = Mutu beton

h = Tinggi kolom (mm)

b = Lebar kolom (mm)

A_{st} = luas total tulangan (mm^2)

f_y = Tegangan leleh baja (MPa)

Serta untuk mencari nilai Kekuatan Nominal maksimum penampang kolom ($P_{n,maks}$) kondisi sentris digunakan persamaan :

$$P_{n,maks} = 0,8 \cdot P_{n0} \quad (3)$$

Persamaan ini digunakan untuk tipe kolom dengan tulangan sengkang ikat. Langkah cepat untuk menganalisa semua tipe kolom adalah dengan bantuan software software pengolah angka (excel), yaitu dengan membuat formula persamaan (1), (2),

dan (3) pada kolom di *excel* maka hasil perhitungan akan didapatkan dengan lebih cepat dan akurat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

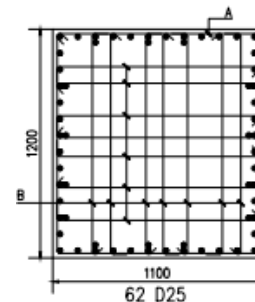
3.1 Analisa Perhitungan Nilai $P_{n,maks}$

Tabel 1

Perhitungan $P_{n,maks}$ Kolom K1

Letak (Dimensi)	n	A_{st} (mm^2)	P_n (kN)	$P_{n,maks}$ (kN)
K1 Lantai <i>Basement</i> 2 (1100 x 1200)	28	13744,47	40148,29	32118,63
K1 Lantai <i>Basement</i> 1 (1100 x 1200)	28	13744,47	40148,29	32118,63
K1 Lantai 1 (1100 x 1200)	62	30434,18	45302,07	36241,66
K1 Lantai 2 – 4 (1000 x 1000)	40	19634,95	33263,27	26610,62
K1 Lantai 5 – 8 (800 x 1000)	32	15707,96	21277,43	17021,95
K1 Lantai 9 – Atap (800 x 800)	20	9817,48	16154,40	12923,52

Pada tabel 1 memperlihatkan hasil analisa perhitungan untuk mencari nilai $P_{n,maks}$ pada tipe kolom K1 dari lantai *basement* 2 sampai lantai atap yang dikerjakan dengan spreadsheet. dapat dilihat pada table nilai $P_{n,maks}$ terbesar terdapat pada kolom K1 dilantai 1 dengan dimensi kolom 1100 mm x 1200 mm nilai 36241,66 kN.



Gambar 3. Potongan kolom K1 lantai 1

(Sumber : *Shopdrawing* Proyek)

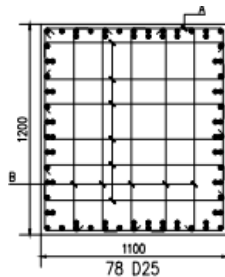
Tabel 2

Perhitungan $P_{n,maks}$ Kolom K1B

Letak (Dimensi)	n	A_{st} (mm^2)	P_n (kN)	$P_{n,maks}$ (kN)
K1B Lantai <i>Basement</i> 2	28	13744,47	40148,29	32118,63

(1100 x 1200)				
K1B Lantai <i>Basement</i> 1	40	19634,95	41967,27	33573,82
(1100 x 1200)				
K1B Lantai 1 (1100 x 1200)	78	38288,16	47727,38	38181,91
K1B Lantai 2 – 4 (1000 x 1000)	60	29452,43	36294,91	29035,93
K1B Lantai 5 (800 x 1000)	48	15707,96	21277,43	17021,95
K1B Lantai 6 – 8 (800 x 1000)	32	7853,98	15534,72	12427,77
K1B Lantai 9 – Atap (800 x 800)	16	23561,94	23756,15	19004,92

Pada tabel 2 memperlihatkan hasil analisa perhitungan untuk mencari nilai $P_{n,maks}$ pada tipe kolom K1B dari lantai *basement* 2 sampai lantai atap yang dikerjakan dengan spreadsheet. dapat dilihat pada table nilai $P_{n,maks}$ terbesar terdapat pada kolom K1B dilantai 1 dengan dimensi kolom 1100 mm x 1200 mm nilai 38181,91 kN.

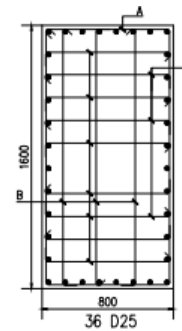


Gambar 4. Potongan kolom K1B lantai 1
(Sumber : *Shopdrawing* Proyek)

Tabel 3
Perhitungan $P_{n,maks}$ Kolom K2

Letak (Dimensi)	n	A_{st} (mm ²)	P_n (kN)	$P_{n,maks}$ (kN)
K2 Lantai <i>Basement</i> 2 (800 x 1600)	28	13744,47	39060,29	31248,23
K2 Lantai <i>Basement</i> 1 (800 x 1600)	34	16689,71	39969,78	31975,83
K2 Lantai 1 (800 x 1600)	36	17671,46	40272,95	32218,36
K2 Lantai 2 – 4 (800 x 1600)	28	13744,47	39060,29	31248,23
K2 Lantai 5 – 8 (800 x 1600)	24	11780,97	29830,07	23864,06
K2 Lantai 9 – Atap (800 x 1000)	20	9817,48	19418,40	15534,72

Pada tabel 3 memperlihatkan hasil analisa perhitungan untuk mencari nilai $P_{n,maks}$ pada tipe kolom K2 dari lantai *basement* 2 sampai lantai atap yang dikerjakan dengan spreadsheet. dapat dilihat pada table nilai $P_{n,maks}$ terbesar terdapat pada kolom K2 dilantai 1 dengan dimensi kolom 800 mm x 1600 mm nilai 32218,36 kN.

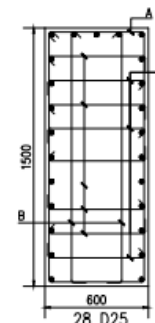


Gambar 5. Potongan kolom K2 lantai 1
(Sumber : *Shopdrawing* Proyek)

Tabel 4
Perhitungan $P_{n,maks}$ Kolom K3

Letak (Dimensi)	n	A_{st} (mm ²)	P_n (kN)	$P_{n,maks}$ (kN)
K3 Lantai <i>Basement</i> 2 (600 x 1500)	20	9817,48	27511,64	22009,31
K3 Lantai <i>Basement</i> 1 (600 x 1500)	28	13744,47	28724,29	22979,43
K3 Lantai 1 (600 x 1500)	28	13744,47	28724,29	22979,43
K3 Lantai 2 – 4 (600 x 1350)	22	10799,22	25366,80	20293,44
K3 Lantai 5 – 8 (600 x 1200)	20	9817,48	17786,40	14229,12
K3 Lantai 9 – Atap (600 x 1250)	16	7853,98	15330,72	12264,57

Pada tabel 4 memperlihatkan hasil analisa perhitungan untuk mencari nilai $P_{n,maks}$ pada tipe kolom K3 dari lantai *basement* 2 sampai lantai atap yang dikerjakan dengan spreadsheet. dapat dilihat pada table nilai $P_{n,maks}$ terbesar terdapat pada kolom K3 dilantai 1 dan *basement* 1 dengan dimensi kolom 600 mm x 1500 mm nilai 22979,43 kN.

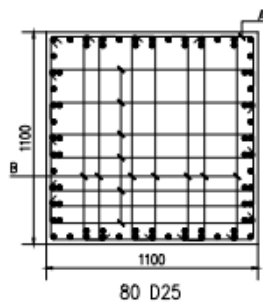


Gambar 6. Potongan kolom K3 lantai 1
(Sumber : *Shopdrawing* Proyek)

Tabel 5
Perhitungan $P_{n,maks}$ Kolom K4

Letak (Dimensi)	n	A _{st} (mm ²)	P _n (kN)	P _{n,maks} (kN)
K4 Lantai Basement 2 (600 x 1500)	28	13744,47	37156,29	29725,03
K3 Lantai Basement 1 (600 x 1500)	28	13744,47	37156,29	29725,03
K4 Lantai 1 (600 x 1500)	80	39269,91	45038,55	36030,84
K4 Lantai 2 – 4 (600 x 1350)	60	29452,43	36294,91	29035,93
K4 Lantai 5 – 8 (600 x 1200)	40	19634,95	22720,79	18176,63
K4 Lantai 9 – Atap (600 x 1250)	28	13744,47	17393,75	13915,00

Pada tabel 5 memperlihatkan hasil analisa perhitungan untuk mencari nilai P_{n,maks} pada tipe kolom K4 dari lantai basement 2 sampai lantai atap yang dikerjakan dengan spreadsheet. dapat dilihat pada table nilai P_{n,maks} terbesar terdapat pada kolom K4 dilantai 1 dengan dimensi kolom 1100 mm x 1100 mm nilai 36030,84 kN.



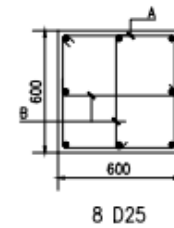
Gambar 7. Potongan kolom K4 lantai 1

(Sumber : Shopdrawing Proyek
Pembangunan Gedung MRT HUB Simpang
Temu Dukuh Atas)

Tabel 6 Perhitungan P_{n,maks} Kolom KR1

Letak (Dimensi)	n	A _{st} (mm ²)	P _n (kN)	P _{n,maks} (kN)
KR1 Lantai Basement 2 (600 x 600)	8	3926,99	11004,65	8803,72

Pada tabel 6 memperlihatkan hasil analisa perhitungan untuk mencari nilai P_{n,maks} pada tipe kolom KR1 di lantai basement 2 yang dikerjakan dengan spreadsheet. dapat dilihat pada table nilai P_{n,maks} dengan dimensi kolom 600 mm x 600 mm nilai 8803,72 kN.



Gambar 8. Potongan kolom KR1 lantai basement 2

(Sumber : Shopdrawing Proyek)

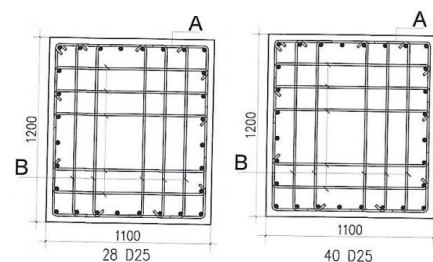
Berdasarkan hasil analisa pada tabel 1-6 diketahui bahwa nilai P_{n,maks} terbesar dimiliki kolom K1B lantai 1 sebesar P_{n,maks} 38181,91 kN, Dari tabel diatas juga bisa dilihat bahwa kolom K1, K1B, K2, K3, dan K4 pada lantai 1 yang memiliki nilai P_{n,maks} terbesar memiliki nilai luasan tulangan terbesar pada tiap tipe kolomnya.

3.2 Pengaruh luasan tulangan pada nilai P_{n,maks}

Tabel 7

Pengaruh luasan tulangan pada nilai P_{n,maks}

Letak (Dimensi)	n	A _{st} (mm ²)	P _n (kN)	P _{n,maks} (kN)
K1 Lantai Basement 1 (1100 x 1200)	28	13744,5	40148,29	32118,63
K1B Lantai Basement 1 (1100 x 1200)	40	19635,0	41967,27	33573,82
K1 Lantai 1 (1100 x 1200)	62	30434,2	45302,07	36241,66
K1B Lantai 1 (1100 x 1200)	78	38288,2	47727,38	38181,91



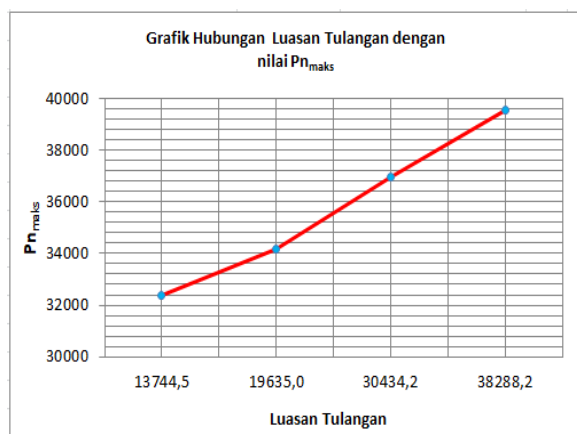
Gambar 9. Potongan kolom K1 dan K1B lantai basement 1

(Sumber : Shopdrawing Proyek)

Pada tabel 7 menunjukkan beberapa tipe kolom, yang akan dibuat perbandingan, yaitu tipe kolom K1 pada lantai basement 1 dan lantai 1 serta kolom K1B

pada lantai *basement* 1 dan lantai 1. Kolom-kolom ini memiliki dimensi yang sama yaitu 1100 mm x 1200 mm dan menggunakan spesifikasi beton $f_c' = 40$. Pada tabel menunjukkan nilai dari $P_{n,maks}$ yang berbeda, hal ini disebabkan oleh faktor nilai luas tulangan yang berbeda. Kolom dengan nilai luasan tulangan yang kecil menunjukkan nilai $P_{n,maks}$ yang kecil serta Kolom dengan luasan tulangan yang besar memiliki nilai menunjukkan nilai $P_{n,maks}$ yang besar pula.

Hasil dari perbandingan diatas juga disajikan dengan grafik hubungan luasan tulangan dengan nilai kapasitas penampang ($P_{n,maks}$) yang bisa diketahui dari gambar 10, sesuai gambar 10 dapat diketahui bahwa Kolom dengan nilai luasan tulangan mempengaruhi nilai $P_{n,maks}$. Grafik menunjukkan peningkatan nilai kapasitas maksimum ($P_{n,maks}$) yang naik seiring dengan bertambahnya nilai luasan tulangan. Sesuai dengan penelitian (Simanjuntak dan Harefa, 2021) Besarnya gaya aksial yang bekerja pada kolom juga dipengaruhi oleh bertambahnya jumlah tulangan. Gaya aksial kolom memiliki nilai yang lebih tinggi seiring dengan bertambahnya banyak tulangan yang ada. Karena setelah dianalisis dapat diketahui bahwa jumlah luasan tulangan dan kelangsingan mempengaruhi nilai maksimal kapasitas penampang. Karena jumlah tulangan berpengaruh kepada luasan tulangan dan gaya aksial dipengaruhi luasan tulangnya.



Gambar 10. Hubungan Luasan Tulangan dengan nilai $P_{n,maks}$ (Hasil analisis)

3.3 Kesesuaian perencanaan kolom dengan persyaratan pada SNI T-15-1991-03 mengenai Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung

Disajikan tabel untuk mengecek kesesuaian perencanaan kolom pada tiap proyek pembangunan Gedung MRT HUB Simpang Temu Dukuh Atas dengan persyaratan pada SNI T-15-1991-03

Tabel 8 Kesesuaian perencanaan kolom dengan persyaratan pada SNI T-15-1991-03

Persyaratan	Kolom					
	K1	K1B	K2	K3	K4	KR1
Tulangan pokok sebuah kolom minimal terdiri atas 6 tulangan dalam 1 penampang kolom.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Jarak bersih antar tulangan pokok memanjang dengan sengkang $\geq 1,5$ kali diameter tulangan atau minimal 40 mm.	✓	✓	✓	✓	✓	✓
Tulangan pokok dengan ukuran dibawah 32 mm harus diikat menggunakan sengkang $\varnothing 10$.	✓	✓	✓	✓	✓	✓

Dari tabel 8 memperlihatkan Kesesuaian kolom K1, K1B, K2, K3, K4, dan KR1 dengan persyaratan pada SNI T-15-1991-03 mengenai Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. (✓ = memenuhi)

Pada persyaratan nomor 1 dapat diketahui bahwa semua tipe kolom memenuhi persyaratan yaitu Tulangan pokok sebuah kolom minimal terdiri atas 6 tulangan dalam 1 penampang kolom karena semua tipe kolom yang dipakai menggunakan jumlah tulangan lebih dari 6 untuk tiap penampang kolom. Pada persyaratan nomor 2 jarak yang tampak antara sengkang dan tulangan pokok memanjang $\geq 1,5$ kali diameter tulangan atau minimal 40 mm juga didapatkan hasil yang sama dengan nomor 1 persyaratan karena jarak antar tulangan semua tipe kolom ≥ 40 mm. Dan untuk persyaratan yang terakhir Tulangan pokok dengan ukuran dibawah 32 mm harus diikat menggunakan sengkang $\varnothing 10$ juga dapat diketahui bahwa untuk diameter sengkang yang dipakai adalah $\varnothing 13$ untuk semua tipe kolom dan memenuhi persyaratan.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang didapat dalam penelitian analisis kolom pada kolom proyek pembangunan

Gedung MRT HUB Simpang Temu Dukuh Atas yaitu:

1. Dari hasil analisa perhitungan kolom tipe K1, K1B, K2, K3, dan K4 dari lantai *basement* 2 sampai lantai atap diketahui bahwa nilai $P_{n,maks}$ terbesar semua terdapat pada lantai 1 dan yang tertinggi pada kolom K1B lantai 1 sebesar $P_{n,maks}$ 38181,91 kN.
2. Nilai luasan tulangan dan kelangsingan mempengaruhi nilai maksimal kapasitas penampang pada kolom. Dari grafik bisa dilihat kenaikan nilai $P_{n,maks}$ Karena jumlah tulangan kepada nilai luasan tulangan dan gaya aksial dipengaruhi luasan tulangannya
3. Perencanaan kolom sudah sangat sesuai dengan SNI T-15-1991-03 mengenai Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung.

Penampang Dan Luas Tulangan Yang Sama. Jurnal Teknik Sipil, 1(1), 11–24.

SNI T-15-1991-03, Tata Cara Perhitungan Struktur Beton untuk Bangunan Gedung. Yayasan LPMB, Bandung.

Wuritno, B. (2012). Analisis Kolom Pendek Beton Bertulang Yang Mengalami Gaya Aksial Centris Dan Momen Biaksial Akibat Pengaruh Geometrik Penampang Melintang Dan Konfigurasi Tulangan. Jurnal Teknik Sipil, 5(1), 1–22

DAFTAR PUSTAKA

- Andreas, M., Margaretha, M., Yuniarto, R., & Lie, H. A. (2017). Gambar 1 Pengaruh Konfigurasi Baja Dan Faktor Kelangsingan Terhadap Kapasitas Tekan Kolom. Jurnal Karya Teknik Sipil, 6(1), 366-374.
- Angghi Riyanto, Analisa Perhitungan Volume Besi Dan Beton Pada Struktur Kolom Gedung Tower 1 Proyek Meisterstadt Batam, 2018
- Asroni A., 2010. Kolom Fondasi dan Balok T Beton Bertulang, Graha Ilmu, Yogyakarta.
- Asroni, A., & Muntafi, Y. (2013). Desain Tulangan Kolom Segi Empat Dengan Membuat Diagram Sendiri. Eco Rekayasa, 9(1), 82–90.
- Badan Standarisasi Nasional, 2013, SNI 2847-2013 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional, 2019, SNI 2847-2019 Persyaratan Beton Struktural Untuk Bangunan Gedung, Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Erwansyah, I., Tarigan, G., & Simbolon, R. H. T. (2022). Analisis Perbandingan Struktur Kolom Bulat Dan Kolom Persegi Terhadap Kekuatan Dan Biaya. Buletin Utama Teknik, 17(3), 230–234.
- Kristianto, A., & Navrandinata, Y. (2013). Studi Pengaruh Level Beban Aksial Pada Kolom Persegi Bangunan Tinggi Terhadap Kebutuhan Luas Tulangan Pengekang. Jurnal Teknik Sipil, 9(2), 85–168.
- Simanjuntak, J. O., dan Harefa, H. P. (2021). Analisis Perbandingan Kolom Persegi Dan Kolom Bulat Dengan Mutu Beton, Luas