

PENGARUH JARAK SENGGANG TERHADAP KAPASITAS BEBAN AKSIAL MAKSIMUM KOLOM BETON BERPENAMPANG LINGKARAN DAN SEGI EMPAT

Febrianti Kumaseh

S. Wallah, R. Pandaleke

Fakultas Teknik, Jurusan Sipil Universitas Sam Ratulangi Manado

Email: febriantykumaseh@yahoo.com

ABSTRAK

Kolom beton bertulang merupakan elemen penting dalam suatu struktur bangunan. Karena kolom merupakan batang tekan vertikal yang meneruskan beban dari struktur atas bangunan (balok, pelat, dll) ke bagian struktur bawah, yaitu pondasi. Senggang didistribusikan merata terhadap panjang total tulangan longitudinal kolom dengan jarak tertentu. Jarak senggang maksimum dibatasi oleh diameter tulangan longitudinal, & diameter tulangan senggang. Sedangkan jarak senggang minimum dibatasi oleh ukuran agregat kasar maksimum.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi & mengetahui pengaruh jarak senggang terhadap kapasitas beban aksial maksimum kolom beton berpenampang lingkaran & segi empat dengan melakukan studi eksperimental di Laboratorium. Pengujian dilakukan pada benda uji kolom berpenampang lingkaran dengan diameter 150 mm, & tinggi 500 mm, dan kolom berpenampang segi empat dengan panjang 150 mm, lebar 150 mm, dan tinggi 500 mm dengan 3 tipe jarak senggang yaitu 55 mm, 100 mm, dan 145 mm. Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada beton polos silinder 150 x 300 mm. Tulangan longitudinal yang digunakan adalah $\emptyset 10$, dan tulangan senggang $\emptyset 6$.

Hasil pengujian pada umur beton 28 hari untuk kolom berpenampang segi empat pada jarak senggang 55 mm diperoleh nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom, P_1 sebesar 639,9 kN, dan kuat tekan beton, f'_c_1 sebesar 27,74 MPa. Kemudian pada jarak senggang 100 mm terjadi pertambahan P_2 sebesar 16,06% dan pertambahan f'_c_2 sebesar 1,98%. Selanjutnya pada jarak senggang 145 mm terjadi penurunan P_3 sebesar 19,32% dan f'_c_3 sebesar 14,89%. Kemudian untuk hasil pengujian kolom berpenampang lingkaran diperoleh nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom, P_4 sebesar 442,867 kN, dan kuat tekan beton, f'_c_4 sebesar 24,53 MPa. Selanjutnya pada jarak 100 mm terjadi pertambahan P_5 sebesar 0,94%, dan pertambahan f'_c_5 sebesar 9,11%. Pada jarak senggang 145 mm terjadi pertambahan P_6 sebesar 2,54%, dan penurunan f'_c_6 sebesar 1,13%. Sehingga untuk penelitian ini belum diperoleh pengaruh yang signifikan dari jarak senggang terhadap kapasitas beban aksial maksimum kolom berpenampang lingkaran dan segi empat.

Kata Kunci: jarak senggang, kapasitas beban aksial maksimum kolom, kuat tekan beton.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Beton bertulang merupakan pilihan bahan konstruksi yang paling umum digunakan dibandingkan bahan konstruksi lainnya seperti baja, kayu, dll. Banyak fasilitas umum maupun bangunan pribadi yang menggunakan beton bertulang seperti sekolah, bandara, mall, bahkan bangunan rumah sederhana. Hal ini didorong oleh material pembentuk beton bertulang yang mudah diperoleh di banyak daerah di Indonesia baik bahan pengisi beton (agregat kasar & halus), maupun semen sebagai bahan pengikat beton, bahkan tulangan baja yang semakin

mudah didistribusikan, serta keuntungan beton bertulang lainnya.

Kolom beton bertulang sebagai elemen penting dalam suatu struktur bangunan, karena kolom berfungsi sebagai batang tekan vertikal yang meneruskan beban bagian atas struktur (pelat, atap, dll) ke bagian bawah struktur (pondasi).

Tulangan lateral didistribusikan merata sepanjang tulangan longitudinal kolom beton bertulang. Tulangan lateral memiliki banyak fungsi pada kolom yaitu untuk mengekang tulangan longitudinal, mencegah terlepasnya selimut beton, mencegah terjadi tekuk lokal untuk kolom panjang, juga sebagai tulangan

geser. Salah satu bentuk tulangan lateral yaitu sengkang. Sengkang digunakan pada kolom berpenampang segi empat dan lingkaran. Jarak sengkang perlu diatur sesuai dengan persyaratan yang ada.

Jarak maksimum sengkang dibatasi oleh diameter tulangan longitudinal, diameter sengkang, dan dimensi penampang melintang kolom. Sedangkan jarak minimum sengkang dibatasi oleh ukuran butir maksimum agregat kasar yang digunakan. Sehingga dilakukan penelitian tentang pengaruh jarak sengkang terhadap kapasitas beban aksial maksimum kolom beton berpenampang segi empat dan lingkaran.

Rumusan Masalah

Berapa besar pengaruh jarak sengkang terhadap kapasitas beban aksial kolom beton berpenampang lingkaran dan segi empat?

Batasan Masalah

Penelitian ini dibatasi oleh beberapa hal sebagai berikut:

1. Batu pecah berasal dari Tateli
2. Pasir berasal dari Girian, Bitung
3. Semen Portland Tonasa
4. Air di Laboratorium Rekayasa Material Fakultas Teknik
5. Kolom segi empat 150x150x500 mm
6. Kolom lingkaran 150x500 mm
7. Tulangan longitudinal Ø10
8. Tulangan sengkang Ø6
9. Kuat tekan rencana beton 25 MPa
10. Mix desain beton sesuai SNI beton 03-2834-2000
11. Kolom diperhitungkan hanya menerima beban aksial, pengaruh eksentrisitas dan momen tidak diperhitungkan
12. Jarak sengkang yang akan diteliti 55 mm, 100 mm, dan 145 mm.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan mengevaluasi pengaruh jarak sengkang terhadap kapasitas beban aksial maksimum kolom beton berpenampang segi empat & lingkaran melalui pengujian laboratorium, serta menghitung beban aksial maksimum kolom beton sesuai SNI beton 03-2847-2013.

Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengaruh jarak sengkang terhadap kapasitas beban aksial maksimum kolom beton berpenampang segi empat dan lingkaran, dan faktor lainnya yang diperoleh

dalam penelitian ini yang juga mempengaruhi beban aksial maksimum kolom beton.

LANDASAN TEORI

Kolom

Kolom (*Column*) merupakan komponen struktur dengan rasio tinggi terhadap dimensi lateral terkecil melampaui 3 yang digunakan terutama untuk menumpu beban tekan aksial (SNI Beton 03-2847-2013). Jika nilai rasio kurang dari 3, maka komponen struktur itu dikategorikan sebagai pedestal / blok tekan pendek (*McCormac, 2004*).

Jenis-jenis kolom berdasarkan bentuk dan susunan tulangannya (*Nawy, 1990*), yaitu :

1. Kolom segiempat dengan tulangan memanjang dan sengkang
2. Kolom bundar dengan tulangan memanjang dan tulangan lateral berupa sengkang atau spiral
3. Kolom komposit yang merupakan gabungan atau perpaduan antara beton dengan profil baja struktural

Tulangan Lateral/Sengkang

Jarak maksimum sengkang tidak boleh melebihi 3 ketentuan berikut ini sesuai dengan SNI Beton 03-2847-20013, yaitu:

1. 16 kali diameter tulangan longitudinal
2. 48 kali diameter tulangan/kawat pengikat
3. Ukuran terkecil komponen struktur

SNI Beton 03-2847-2013 mengatur tentang ukuran maksimum nominal agregat kasar yang tidak boleh melebihi $\frac{3}{4}$ jarak bersih minimum antar tulangan/kawat. Sehingga jarak minimum sengkang harus lebih besar dari $\frac{4}{3}$ kali ukuran butir maksimum agregat kasar yang digunakan.

Tulangan longitudinal kolom

Luas tulangan longitudinal, A_{st} untuk komponen struktur tekan yang diatur dalam SNI Beton 03-2847-2013 berkisar antara $0,01A_g - 0,08 A_g$ atau (1% - 8%) A_g . A_g merupakan luas bruto penampang beton (mm^2). Sehingga persentase luas tulangan longitudinal kolom, jika dirumuskan menjadi:

$$x\% = \frac{A_{st}}{A_g} \times 100\% = \frac{A_{st}}{A_{bruto} - A_{st}} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

Sehingga syarat persentase luas tulangan longitudinal kolom $1\% \geq x\% \leq 8\%$ sesuai dengan persyaratan SNI Beton 03-2847-2013, dimana $x\%$ merupakan persentase luas tulangan longitudinal kolom.

Beban aksial kolom

Sesuai dengan SNI Beton 03-2847-2013 tentang kapasitas beban aksial maksimum kolom beton bersengkang, yaitu:

$$\phi P_{n(max)} = 0,80\phi[0,85f'_c(A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \dots (2)$$

Dimana:

$P_{n(max)}$ = Kapasitas Beban Aksial Kolom (kN)

f'_c = Kuat Tekan Beton

f_y = Tegangan Leleh Tulangan Longitudinal (MPa)

A_g = Luas Bruto Penampang Kolom (mm²)

A_{st} = Luas Total Tulangan Longitudinal (mm²)

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan pekerjaan. Dimulai dari persiapan bahan, pemeriksaan bahan, rencana campuran dilanjutkan dengan pembuatan benda uji dan pengujian benda uji. Semua pekerjaan dilakukan berpedoman pada peraturan/standar yang berlaku dengan penyesuaian terhadap kondisi dan fasilitas laboratorium yang ada. Pemeriksaan material dibatasi hanya pada material tertentu yang penting dalam perhitungan campuran.

Metode penelitian yang digunakan yaitu diawali dengan studi pustaka mengenai literatur yang terkait, kemudian dilanjutkan dengan studi eksperimental di Laboratorium Rekayasa Material Fakultas Teknik. Selanjutnya mengevaluasi hasil pengujian kolom beton setelah umur 28 hari.

Jarak sengkang yang diteliti

Ukuran butir maksimum agregat kasar yang digunakan yaitu 19,05 mm. Sehingga diperoleh jarak minimum sengkang harus lebih besar dari 4/3 kali 19,05 mm atau 25,36 mm.

Sedangkan jarak maksimum sengkang tidak boleh melebihi nilai-nilai dibawah ini:

1. 16 x 10 mm = 160 mm,
2. 48 x 6 mm = 288 mm,
3. Ukuran terkecil komponen struktur = 150 mm.

Jarak maksimum sengkang terkecil dari 3 ketentuan sebelumnya yaitu 150 mm. Sehingga jarak maksimum sengkang tidak boleh melebihi 150 mm. Sehingga jarak sengkang yang akan diteliti yaitu 55 mm, 100 mm, dan 145 mm. Interval jarak sengkang yang ada, yaitu 45 mm.

Tulangan longitudinal yang digunakan

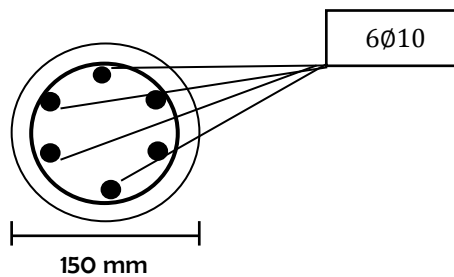
Hasil perhitungan tulangan longitudinal kolom yang digunakan dinyatakan dalam tabel-tabel dibawah ini.

1) Kolom lingkaran

Tabel 1. Hasil perhitungan tulangan longitudinal kolom lingkaran.

Kolom Lingkaran		Satuan
Parameter	Nilai	
Diameter	150	(mm)
A_g	17671,46	(mm ²)
f'_c	25	(MPa)
Tulangan Longitudinal	Dipilih $\phi 10$	
$0,01 \leq \rho \leq 0,08$	0,026	
n	6 $\phi 10$	
A_{st}	471,24	(mm ²)
Tulangan Sengkang	$\phi 6$	
P_n maks	477,137	(kN)

Gambar penampang melintang kolom lingkaran;



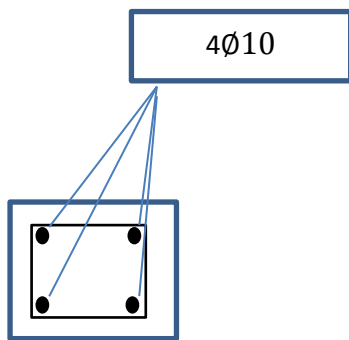
Gambar 1. Penampang melintang kolom lingkaran.

2) Kolom segi empat

Tabel 2. Hasil perhitungan tulangan longitudinal kolom segi empat.

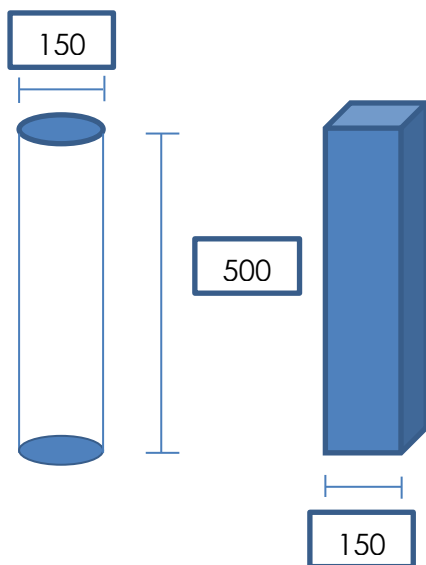
Kolom Segi Empat		Satuan
Parameter	Nilai	
Dimensi Penampang	150x150	(mm)
A_g	22500	(mm ²)
f'_c	25	(MPa)
Tulangan Longitudinal	Dipilih $\phi 10$	
$0,01 \leq \rho \leq 0,08$	0,014	
N	4 $\phi 10$	
A_{st}	314,16	(mm ²)
Tulangan Sengkang	$\phi 6$	
P_n maks	500,315	(kN)

Gambar penampang melintang kolom segi empat;

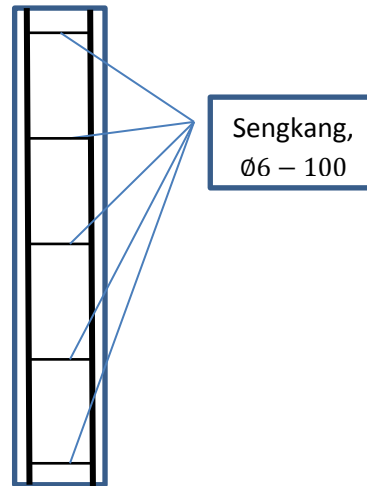


Gambar 2. Penampang melintang kolom segi empat.

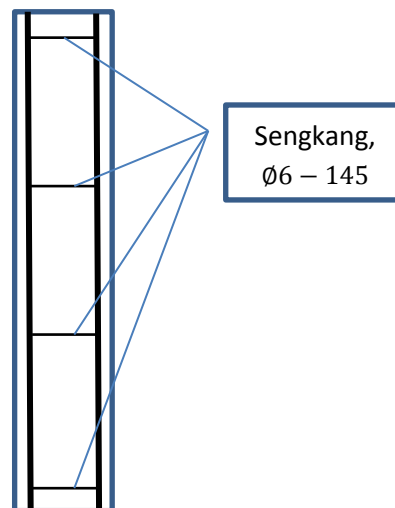
Gambar Desain Kolom



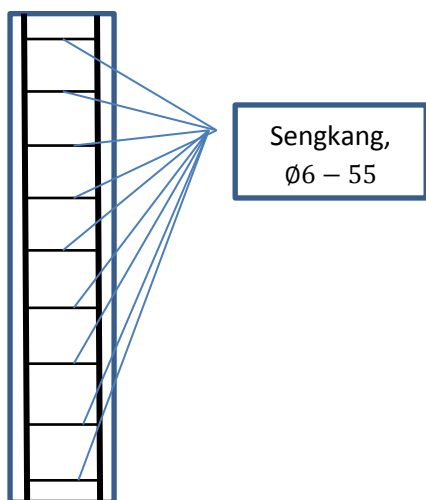
Gambar 3. Dimensi kolom lingkaran dan segi empat.



Gambar 5. Kolom dengan jarak sengkang 100 mm.



Gambar 6. Kolom dengan jarak sengkang 145 mm.



Gambar 4. Kolom dengan jarak sengkang 55 mm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Analitis Pn maks

Hasil pemeriksaan tegangan leleh (f_y) tulangan longitudinal dan kuat tekan beton (f'_c) yang dilakukan di Laboratorium Rekayasa Material Fakultas Teknik adalah sebagai berikut;

1. f_y rata-rata ($\varnothing 10$) = 490,02 MPa
2. Kuat tekan beton, f'_c :
 - o Kolom segi empat:
 - Jarak sengkang 55 mm: f'_c rata-rata = 27,74 MPa
 - Jarak sengkang 100 mm: f'_c rata-rata = 28,30 MPa
 - Jarak sengkang 145 mm: f'_c rata-rata = 24,09 MPa

- o Kolom lingkaran
 - Jarak sengkang 55 mm:
 $f'c$ rata-rata = 24,53 MPa
 - Jarak sengkang 100 mm:
 $f'c$ rata-rata = 26,99 MPa
 - Jarak sengkang 145 mm:
 $f'c$ rata-rata = 26,69 MPa

Luas penampang (A_g) kolom segi empat 150x150x500 mm adalah 22.500 mm², dan kolom lingkaran 150x500 mm adalah 17671,459 mm². Sedangkan luas total tulangan longitudinal untuk kolom segi empat (4Ø10), Ast adalah 314,159 mm², dan Ast pada kolom lingkaran (6Ø10) sebesar 471,239 mm².

Diperoleh kapasitas beban aksial kolom (P_n maks) berpenampang segi empat dan lingkaran dalam tabel berikut ini;

Tabel 4. Hasil analitis kapasitas beban aksial maksimum (P_n maks) kolom persegi & lingkaran

Jarak Sengkang (mm)	Hasil Analitis		Kolom
	$f'c$ (MPa)	P_n (maks) (kN)	
55	27,74	541,651	Persegi
100	28,30	550,024	Persegi
145	24,09	486,511	Persegi
55	24,53	471,640	Lingkaran
100	26,99	500,354	Lingkaran
145	26,69	496,845	Lingkaran

Hasil Pengujian Laboratorium

1) Kolom Segi Empat

Hasil pengujian kolom beton berpenampang segi empat setelah dirawat secara standar, yaitu direndam dalam air selama 28 hari di Laboratorium Rekayasa Material Fakultas Teknik sebagai berikut:

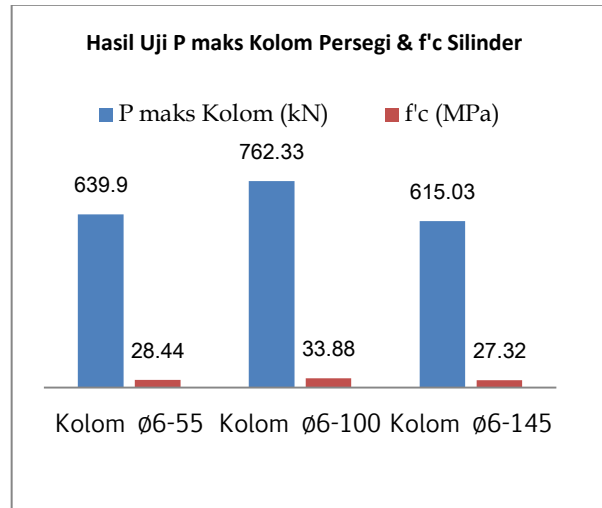
Tabel 5. Hasil pengujian kapasitas beban aksial kolom segi empat 150x150x500 mm dan kuat tekan beton silinder 150x300 mm

Jarak Sengkang	Sampe l	Kolom	Silinder 150x300 mm
		P_n maks (kN)	$f'c$ (MPa)
55 mm	1	614,6	28,92
	2	643,2	26,56
	3	661,9	
100 mm	1	783,3	28,27
	2	763,2	28,32
	3	740,5	
145 mm	1	627,5	23,45
	2	654,1	24,72
	3	563,5	

Tabel 6. Nilai rata-rata P_n maks kolom segi empat & kuat tekan beton silinder 150x300

Jarak Sengkang	P_n maks (kN)	$f'c$ beton polos (MPa)
55 mm	639,9	27,74
100 mm	762,33	28,3
145 mm	615,03	24,085

Berikut ini adalah diagram batang kapasitas beban aksial maksimum kolom segi empat;



Gambar 7. Diagram nilai rata-rata P_n maks kolom berpenampang persegi & $f'c$ beton.

Pada jarak sengkang 55 mm diperoleh nilai rata-rata kapasitas beban aksial (P_1) kolom sebesar 639,9 kN, dan nilai rata-rata kuat tekan beton ($f'c_1$) sebesar 27,74 MPa.

Selanjutnya pada jarak sengkang 100 mm, nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom (P_2) bertambah 122,43 kN menjadi 762,33 kN dari kapasitas beban aksial kolom pada jarak sengkang 55 mm ($P_1 = 639,9$ kN), dan nilai rata-rata kuat tekan beton ($f'c_2$) juga bertambah sebesar 0,56 MPa menjadi 28,3 MPa dari kuat tekan beton pada kolom berjarak sengkang 55 mm ($f'c_1 = 27,74$ MPa).

Kemudian pada jarak sengkang 145 mm, nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom (P_3) berkurang 147,3 kN menjadi 615,03 kN dari kapasitas beban aksial kolom berjarak sengkang 100 mm ($P_2 = 762,33$ kN), & kuat tekan beton ($f'c_3$) juga berkurang sebesar 4,215 MPa menjadi 24,085 MPa dari kuat tekan beton pada kolom berjarak sengkang 100 mm ($f'c_2 = 28,3$ MPa).

Sehingga tidak diperoleh hubungan yang terpola antara jarak sengkang dan kapasitas beban aksial maksimum kolom segi empat.

2) Kolom Lingkaran

Hasil pengujian kapasitas beban aksial maksimum kolom lingkaran 150x500 mm setelah direndam dalam air selama 28 hari di Laboratorium Rekayasa Material dan kuat tekan beton polos silinder 150x300 mm dalam tabel berikut ini;

Tabel 7. Hasil uji kapasitas beban aksial kolom lingkaran & kuat tekan beton silinder

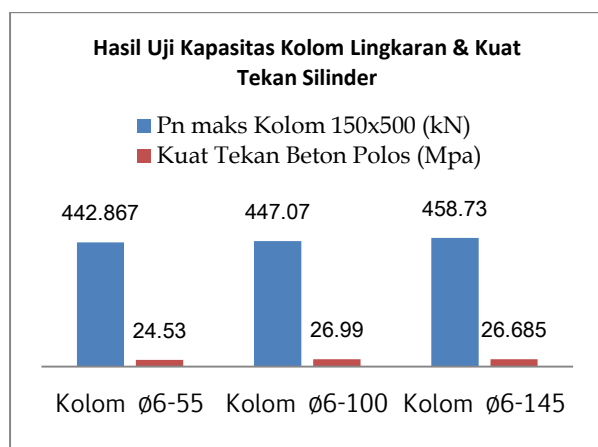
Jarak Sengkang	Sampel	Kolom	Silinder 150x300 mm
		Pn maks (kN)	f'c (MPa)
55 mm	1	472,5	25,11
	2	469,1	23,95
	3	387	
100 mm	1	423,3	25,34
	2	443,5	28,63
	3	474,4	
145 mm	1	473,9	26,76
	2	449	26,61
	3	453,3	

Dengan nilai rata-rata Pn maks kolom lingkaran dan f'c dalam tabel berikut ini;

Tabel 7. Nilai rata-rata Pn maks kolom lingkaran dan kuat tekan beton silinder.

Jarak Sengkang	Pn maks (kN)	f'c beton polos (MPa)
55 mm	442,867	24,53
100 mm	447,07	26,99
145 mm	458,73	26,685

Berikut ini diagram batang nilai tabel diatas;



Gambar 8. Diagram nilai rata-rata P maks kolom berpenampang lingkaran & f'c beton.

Pada jarak sengkang 55 mm diperoleh nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom (P₄) sebesar 442,867 kN, dan nilai rata-rata kuat tekan beton (f'c₄) sebesar 24,53 MPa.

Selanjutnya pada jarak sengkang 100 mm, nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom (P₅) bertambah 4,203 kN menjadi 447,07 kN dari kapasitas beban aksial kolom berjarak sengkang 55 mm (P₄ = 442,867 kN) dan nilai rata-rata kuat tekan beton (f'c₅) bertambah 2,46 MPa menjadi 26,99 MPa dari kuat tekan beton pada kolom berjarak sengkang 55 mm (f'c₄ = 24,53 MPa).

Kemudian pada jarak sengkang 145 mm diperoleh nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom (P₆) bertambah 11,66 kN menjadi 458,73 kN dari kapasitas beban aksial kolom berjarak sengkang 100 mm (P₅ = 447,07 kN), dan nilai rata-rata kuat tekan beton (f'c₆) berkurang 0,305 MPa menjadi 26,685 MPa dari kuat tekan beton pada kolom berjarak sengkang 100 mm (f'c₅ = 26,99).

Sehingga tidak diperoleh pengaruh yang signifikan antara jarak sengkang dengan kapasitas beban aksial kolom berpenampang lingkaran. Sekalipun hasil uji kapasitas kolom dan kuat tekan pada jarak sengkang 100 mm dan 145 mm tidak diperoleh hubungan yang berbanding lurus antara kapasitas beban aksial kolom dengan kuat tekan, namun pada pengujian sampel yang lain berlaku hubungan yang sama antara kapasitas beban aksial kolom (P, kN) dengan kuat tekan beton (f'c, MPa) yaitu berbanding lurus.

Hal ini terjadi karena pada kuat tekan beton untuk kolom berjarak sengkang 100 mm diperoleh interval nilai yang cukup besar diatas nilai rata-rata kuat tekan beton lainnya. Sehingga untuk kondisi ini merupakan kondisi khusus yang bisa diakibatkan oleh perlakuan yang diberikan pada benda uji saat pengecoran.

Sehingga hampir berlaku sama untuk semua benda uji penelitian bahwa setiap kenaikan atau penurunan kapasitas beban aksial juga diakibatkan oleh kenaikan atau penurunan kuat tekan beton.

PENUTUP

Kesimpulan

1. Pada kolom persegi (150x150x500 mm) dengan Ø6 – 55 diperoleh nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom (P₁) 639,9 kN dengan kuat tekan beton (f'c₁) 27,74 MPa. Selanjutnya pada kolom Ø6 – 100 terjadi

- pertambahan kapasitas kolom (P_n maks) sebesar 122,43 kN (16,06%), dan pertambahan kuat tekan beton (f'_c) sebesar 0,56 MPa (1,98%) dari kolom $\emptyset 6 - 55$. Kemudian pada kolom $\emptyset 6 - 145$ terjadi penurunan kapasitas kolom (P_n maks) sebesar 147,3 kN (19,32%) dan penurunan kuat tekan beton (f'_c) sebesar 4,215 MPa (14,89%) dari kolom $\emptyset 6 - 100$.
2. Pada kolom lingkaran (150x500 mm) dengan $\emptyset 6 - 55$ diperoleh nilai rata-rata kapasitas beban aksial kolom (P_4) 442,867 kN dengan kuat tekan beton (f'_{c4}) 24,53 MPa. Selanjutnya pada kolom $\emptyset 6 - 100$ terjadi pertambahan kapasitas kolom (P_n maks) sebesar 4,203 kN (0,94%) dan pertambahan kuat tekan beton (f'_c) sebesar 2,46 MPa (9,11%) dari kolom $\emptyset 6 - 55$. Kemudian pada kolom $\emptyset 6 - 145$ terjadi pertambahan kapasitas kolom (P_n maks) sebesar 11,66 kN (2,54%) dan penurunan kuat tekan beton (f'_c) sebesar 0,305 MPa (1,13%) dari kolom $\emptyset 6 - 100$.
 3. Berdasarkan hasil pengujian laboratorium diatas, maka dapat disimpulkan bahwa jarak sengkang tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kapasitas beban aksial maksimum (P_n maks) kolom beton berpenampang persegi (150x150x500 mm) dan lingkaran (150x500 mm), karena hasil kapasitas beban aksial kolom tidak membentuk pola nilai yang teratur sesuai dengan variasi jarak sengkang yang diteliti yaitu 55 mm, 100 mm, & 145 mm.
 4. Berlaku untuk sebagian besar hasil pengujian kapasitas beban aksial kolom persegi dan lingkaran (P_n maks, kN) mengalami pertambahan maupun penurunan nilai sangat dipengaruhi oleh kuat tekan beton (f'_c , MPa).
 5. Dari hasil pengujian laboratorium yang telah dilaksanakan diamati bahwa kerusakan yang timbul pada kolom beton saat beban aksial maksimum tercapai, yaitu selimut beton yang retak, dan pada beberapa sampel selimut beton terkelupas.
 6. Hasil uji laboratorium kapasitas beban aksial maksimum kolom persegi (P_n maks) lebih besar rata-rata 21,37% dibandingkan hasil analitis, dan untuk hasil uji laboratorium kapasitas beban aksial maksimum kolom lingkaran lebih kecil rata-rata 8,14% dibandingkan hasil analitis.

Saran

1. Berdasarkan hasil kesimpulan diatas, maka ada baiknya dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh jarak sengkang terhadap beban aksial dengan eksentrisitas yang cukup besar ($e > e_{min}$), maupun terhadap beban lateral yang bekerja pada kolom seperti beban angin, beban gempa (apabila memungkinkan untuk dilakukan di Laboratorium).
2. Ada baiknya dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan luas penampang kolom (A_g) atau kuat tekan beton (f'_c) sebagai variabel yang mempengaruhi kapasitas beban aksial maksimum (P_n maks) kolom beton bertulang.
3. Ada baiknya dapat dilakukan penelitian serupa dengan memperbesar penampang melintang kolom (A_g), atau memperkecil kuat tekan beton (f'_c) agar perubahan P_n maks kolom semakin besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional, SNI 03-2847-2013 tentang "Persyaratan beton struktural untuk bangunan gedung,." hal 17, 25, 56, 75,78.
- Nawy, Edward G, 1998. *Beton bertulang suatu pendekatan dasar*, PT. Refika Aditama, Bandung, hal 14-15, hal 306-307, 310-311.
- McCormac, Jack C, 2003. *Desain Beton Bertulang*, Erlangga, Jakarta, Jilid 1, hal 275.