

# PENGARUH SENGGANG TERHADAP KUAT TEKAN BETON YANG SUDAH RUSAK DAN DI COR KEMBALI

Mego Purnomo

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang  
e-mail: mego.purnomo@mail.unnes.ac.id

**ABSTRAK:** Beton yang ditekan dengan gaya ( $P$ ) maka akan memampat/memendek sehingga luas penampang menjadi membesar. Dengan adanya pembesaran dan mencapai regangan ( $\epsilon$ ) > 0.03 maka beton akan mengalami total strength loss. Sebenarnya sengkang selain berfungsi sebagai penahan gaya geser juga dapat menahan gaya horizontal, makin pendek jarak antar sengkang maka akan makin tinggi penahanan gaya horizontal dari sengkang. Perihal struktur tersebut dalam peraturan Standart Nasional Indonesia (SNI) belum dibahas. Beton yang terkurung (confined concrete) mempunyai kuat tekan ( $f_c$ ) dan regangan ( $\epsilon$ ) yang lebih baik dibandingkan beton yang tidak terkurung (unconfined concrete). Kuat tekan pada beton yang berada di dalam sengkang spiral lebih besar dibandingkan dengan kuat tekan beton berada di luar sengkang spiral sehingga sengkang mempunyai pengaruh terhadap kuat tekan beton. Benda uji yang berupa silinder beton diameter 15 cm tinggi 30 cm dengan jumlah total 25 buah. Terdiri dari 5 buah dengan sengkang diameter 4,25 mm berjarak 2 cm, 5 buah dengan sengkang spiral diameter 4,25 mm berjarak 4 cm, 5 buah dengan sengkang spiral diameter 4,25 mm berjarak 6 cm, serta 5 buah dengan sengkang spiral diameter 4,25 mm berjarak 8 cm, 5 buah tanpa sengkang. Beton yang digunakan diameter kerikil max. 1 cm. Dari hasil penelitian perbaikan total strength loss pada kolom dengan pengekangan metode sengkang dapat memberikan hasil kuat tekan yang semakin besar bila jarak Sengkang semakin rapat. Persamaan kuat tekannya dapat dituliskan sebagai berikut:  $Y = 143,87e^{-0,052x}$  dengan  $y$ = Kuat tekan beton retrofit, dan  $x$ = Jarak antar sengkang (Cm).

**Kata kunci :** Confined Concrete, Sengkang , Perbaikan Beton, Kuat Tekan

## 1. PENDAHULUAN

Suatu struktur bangunan memiliki masa layanan baik dalam perencanaannya maupun pembangunannya. Dengan hal ini diharapkan bangunan dapat terhindar dari permasalahan yang berkaitan dengan kerusakan struktur maupun kegagalan konstruksi kibat kesalahan perencanaan, pelaksanaan, maupun perubahan fungsi bangunan semula sehingga memerlukan retrofitting struktur.

Dalam penelitian retrofit struktur kali ini, penelitian dilakukan terhadap beton yang telah mengalami kerusakan (keretakan). Retrofitting sangat diperlukan dalam bidang teknik sipil. Hal ini disebabkan karena adanya potensi kerusakan yang terjadi dalam struktur baik pada balok maupun kolom bangunan.

Sesuai dengan kuat tekan  $f'_{co}$  ( $\epsilon_{co} = 0,002$ )  $\epsilon_c$ -longitudinal regangan beton tekan (sebagai parameter) Untuk menentukan perilaku tegangan-regangan beton beton penutup, di luar inti terbatas, bagian dari cabang jatuh di wilayah di mana diasumsikan sebagai garis lurus yang

mencapai nol tegangan pada regangan spalling,  $\epsilon_{sp} = 0,005$  (Esmeral Filaj et al, 2016).

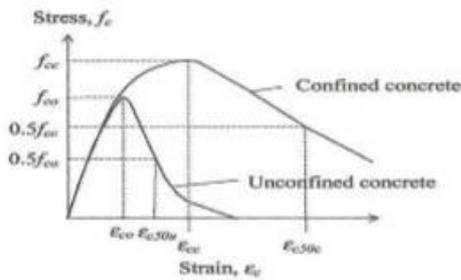
Kerusakan struktur bisa terjadi kapan saja dan banyak faktor yang mempengaruhi kerusakan struktur. Penelitian untuk mengetahui metode pelaksanaan yang tepat dan efisien dalam melakukan perbaikan, restorasi, dan perkuatan pada bangunan nantinya. Penelitian ini menggunakan benda uji beton yang sudah rusak diperbaiki atau di retrofitting dengan menggunakan sengkang lingkaran.

## 2. LANDASAN TEORI

### 2.1 Retrofotting Strukur

Retrofitting struktur merupakan kegiatan untuk meningkatkan kinerja sruktur yang sudah ada, memberikan perkuat atau perbaikan struktur bangunan yang ada atau bahkan menghilangkan bagian struktur yang tidak diperlukan. Retrofitting ini bertujuan untuk menghasilkan perkuatan bangunan yang lebih kuat lagi dari konstruksi sebelumnya.

## 2.2 Karakteristik Beton Terkurung

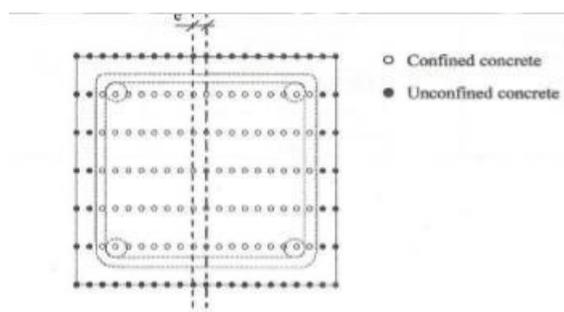


Gambar 2.1: Kurva tegangan dan regangan pada beton terkurung (confined concrete) dan beton tidak terkurung (unconfined concrete).

Dari gambar diatas yang dikutip melalui Christina Claeson Research Assistant, M.Sc 2010 dapat diketahui jika beton yang terkurung (confined concrete) mempunyai kuat tekan ( $f_c$ ) dan regangan ( $\epsilon$ ) yang lebih baik dibandingkan beton yang tidak terkurung (unconfined concrete).

Penggunaan kurva ini karena beton yang terkurung oleh Sengkang akan mempunyai kuat tekan yang tinggi dan kerusakan yang terjadi lebih daktail. Hal ini terjadi karena beton akan sulit pecah karena tertahan oleh Sengkang. Semakin rapat Sengkang akan semakin tinggi kuat tekannya. Hal ini terjadi karena baja tulangan Sengkang juga dapat memikul beban vertical. Pada penelitian ini digunakan beton yang sudah rusak oleh pengujian yang telah dilakukan.

Penggunaan sengkang juga mempengaruhi kuat tekan pada beton yang mana kuat tekan di dalam sengkang lebih besar jika dibandingkan dengan kuat tekan beton yang berada di luar sengkang. Seperti yang dijelaskan pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.2 : Gaya tekan antara beton di dalam sengkang dan beton di luar sengkang.

Berdasarkan kutipan-kutipan yan telah dijelaskan sebelumnya dapat disimpulkan jika confined concrete (beton terkurung) mempunyai kuat tekan yang lebih besar dibandingkan dengan unconfined concrete (beton yang tidak terkurung) sehingga sengkang mempunyai pengaruh terhadap peningkatan kuat tekan beton.

Selain itu peningkatan daktailitas dan kekuatan beton terkurung tergantung pada seberapa baik pengurangan beton untuk menahan gaya desak ke samping. Kecenderungan pembesaran beton terkurung dapat ditahan oleh pembungkus beton. Tulangan sengkang mampu menghasilkan dan membatasi tekanan yang terjadi.

## 2.3 Pengaruh Jarak Sengkang Pada Beton Terkurung

Perilaku beton tidak hanya dipengaruhi oleh kuat tekan beton (mutu beton) tetapi juga dipengaruhi oleh jarak pilinan serat. Pernyataan tersebut juga menguatkan bahwa sengkang dapat mempengaruhi penambahan kuat tekan beton, semakin dekat/pendek jarak antar sengkang maka makin kecil pula kerusakan beton. Kerusakan beton yang paling besar terjadi pada beton yang jarak sengkangnya paling kecil. Kegagalan beton ditunjukan yang paling besar berada pada tengah-tengah karena mempunyai gaya tekan keluar yang paling besar. (H. Y. Leung and C. J. Burgoyne 2000).

Pengaturan jarak sengkang menggunakan bantuan bahan yang tidak banyak mempengaruhi terhadap hasil penelitian tetapi dapat membuat jarak sengkang tersebut stabil.

## 3. METODE PENELITIAN

### 3.1. Prosedur PenelitianPenguujian

#### 3.1.1. Bahan Penguujian

##### a. Beton

Beton yang dipakai adalah hasil penguujian sebelumnya yang mengalami kegagalan atau keretakan dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.

##### b. Semen

Semen yang digunakan dalam pembuatan beton adalah semen

Portland PC Tipe I, semen Padang dengan berat 40 kg/zak.

- c. Baja Tulangan  
Baja tulangan yang dipakai adalah ukuran  $\varnothing$  4,25 mm
- d. Air  
Air yang digunakan dalam penelitian ini adalah air yang ada di Laboratorium Teknik Sipil UNNES Semarang.

Penelitian ini nantinya dapat diaplikasikan untuk struktur yaitu pada struktur kolom yang mengalami kegagalan akibat gempa atau kebakaran tetapi struktur tersebut masih berdiri atau tidak roboh.

### 3.2. Pembuatan Benda Uji

Benda uji dibuat dengan melapisi beton lama dengan selimut baru setebal 3 cm yang sebelumnya telah dipasang sengkang lingkaran dan sengkang spiral. Benda uji beton silinder lama memiliki diameter 15 cm tinggi 30 cm yang kemudian di retrofit dengan selimut setebal 3 cm dengan perbandingan jarak sengkang sebagai berikut :

1. Beton silinder tanpa sengkang
2. Beton silinder dengan sengkang lingkaran jarak sengkang 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm diameter sengkang 4,25 mm

Langkah-langkah pembuatan benda uji:

1. Membuat dan merangkai sengkang sesuai dengan ukuran yang telah ditentukan.
2. Menyiapkan cetakan silinder dan memasang rangkaian besi tulangan spiral kedalam cetakan silinder.
3. Pengecoran benda uji sebanyak 5 buah, dengan rincian sebagai berikut:
  - a. Silinder dengan diameter 21 cm tinggi 30 cm tanpa sengkang lingkaran sebanyak 5 buah.
  - b. Silinder dengan diameter 21 cm tinggi 30 cm dengan sengkang

lingkaran 2 cm, 4 cm, 6 cm, 8 cm masing-masing jarak sebanyak 5 buah.

4. Benda uji disimpan dan direndam selama 28 hari
5. Setelah beton cukup umur maka dilakukan pengujian tekan

### 3.3 Pengujian Beton

Urutan Pengujian :

1. Masing – masing silinder beton diukur diameter, tinggi dan beratnya.
2. Benda uji diletakkan pada mesin tekan secara sentris.
3. Mesin tekan dijalankan dengan penambahan beban secara konstan sesuai standart mesin.
4. Pembebanan dilakukan sampai benda uji hancur.

Untuk mendapat besarnya tegangan hancur dari benda uji beton dilakukan dengan perhitungan :

$$f'c = P/A$$

Dengan :

$f'c$  = Kuat tekan beton yang didapat dari benda uji (MPa)

P = Beban tekan maksimum (Ton)

A = Luas permukaan benda uji tertekan ( $cm^2$ )

## 4. PEMBAHASAN

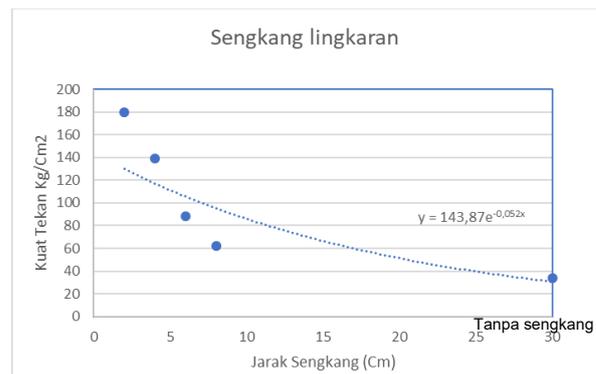
Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan setelah umur beton mencapai umur 28 hari atau lebih. Data hasil pengujian kuat tekan beton tanpa sengkang dan beton dengan sengkang lingkaran dengan jarak sengkang 2 cm, 6 cm, 8 cm. Untuk melihat pengaruh jarak sengkang terhadap kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel 1.1 berikut ini.

Tabel 3.1 Hasil uji tekan dengan tulangan sengkang lingkaran

**UJI KUAT TEKAN BETON DENGAN TULANGAN SENKANG LINGKARAN**

Jarak Sengkang	Luas Penampang	Berat	Daya Tekan (P)		d	Kuat Tekan	Kuat Tekan Rata-rata
			Ton	Kg			
cm	cm <sup>2</sup>	Kg			(cm)	Kg/cm <sup>2</sup>	Kg/cm <sup>2</sup>
2	346.5	23.71	62	62000	21	178.93	178.93
2	346.5	22.93	61	61000	21	176.05	
2	346.5	24.03	63	63000	21	181.82	
2	346.5	23.41	62	62000	21	178.93	
2	346.5	23.30	62	62000	21	178.93	
4	346.5	22.71	49	49000	21	141.41	139.11
4	346.5	23.05	48	48000	21	138.53	
4	346.5	22.50	47	47000	21	135.64	
4	346.5	22.75	49	49000	21	141.41	
4	346.5	22.65	48	48000	21	138.53	
6	346.5	22.06	31	31000	21	89.47	88.31
6	346.5	21.95	29	29000	21	83.69	
6	346.5	22.12	32	32000	21	92.35	
6	346.5	22.20	30	30000	21	86.58	
6	346.5	22.00	31	31000	21	89.47	
8	346.5	23.25	22	22000	21	63.49	62.34
8	346.5	23.50	21	21000	21	60.61	
8	346.5	22.93	20	20000	21	57.72	
8	346.5	23.12	23	23000	21	66.38	
8	346.5	23.30	22	22000	21	63.49	
Kosong	346.5	21.39	13	13000	21	37.52	34.05
Kosong	346.5	22.01	12	12000	21	34.63	
Kosong	346.5	21.36	11	11000	21	31.75	
Kosong	346.5	21.95	11	11000	21	31.75	
Kosong	346.5	22.30	12	12000	21	34.63	

Dari tabel di atas menjelaskan bahwa dengan adanya sengkang dapat meningkatkan kuat tekan beton dan makin pendek jarak sengkang akan makin meningkatkan kuat tekan beton tersebut. Kuat tekan beton rata-rata 34,05 Kg/cm<sup>2</sup> dapat meningkat menjadi 62,34 Kg/cm<sup>2</sup> dengan penambahan sengkang jarak sengkang 8 cm, meningkat menjadi 88,31 Kg/cm<sup>2</sup> dengan menambahkan sengkang dengan jarak 6 cm, meningkat menjadi 139,11 kg/cm<sup>2</sup> dengan menambahkan sengkang dengan jarak 4 cm, meningkat menjadi 178,93 kg/cm<sup>2</sup> dengan menambahkan sengkang jarak 2 cm.



**Gambar 3.1** Hubungan Kuat Tekan Beton sengkang lingkaran dengan jarak sengkang.

Dari gambar diatas hitungan antara jarak sengkang dan kuat tekan beton berbentuk garis lengkung dan dapat menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$y = 143,87e^{-0,052x}$$

Dimana :

y = Kuat tekan beton (kg/cm<sup>2</sup>)

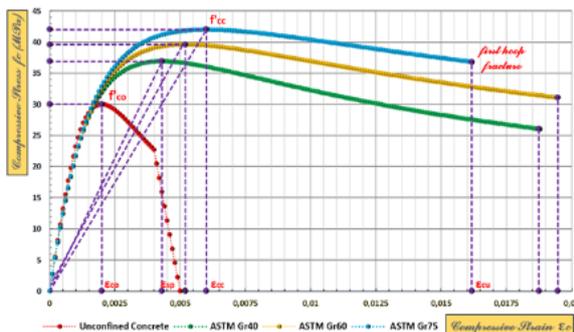
x = jarak sengkang (cm)

Jika dihitung presentase peningkatan kuat tekan beton dengan jarak sengkang terhadap beton tanpa sengkang terlihat pada tabel 3.2 :

**Tabel 3.2** Presentase Peningkatan Kuat Tekan Beton dan Jarak Sengkang Lingkaran

Jarak sengkang ( Cm )	Kuat Tekan Rata - rata ( Kg/ cm <sup>2</sup> )	Peningkatan Kuat Tekan (%)
30 (kosong)	30,05	tanpa sengkang
8	62,34	107,45
6	88,31	193,88
4	139,11	363,93
2	179,93	498,77

Selain dari hasil Tabel 3.2 di atas pengaruh sengkang terhadap kuat tekan beton juga dapat dilihat dari proses kerusakan benda uji. Proses awal kerusakan benda uji terjadi pada selimut beton kemudian setelah beban ditingkatkan kerusakan terjadi pada bagian dalam sengkang, hal ini menambahkan bahwa bagian yang tidak terselimuti sengkang mempunyai kuat tekan yang lebih kecil dibandingkan dengan beton yang terselimuti sengkang. Kerusakan yang paling besar terjadi pada bagian tengah benda uji karena mempunyai gaya tekan yang paling besar. Emerald Filaj. Et al. (2016) membatasi Variasi Rasio Stres



Kapasitas energi regangan (permukaan di bawah setiap kurva - secara numerik tidak disajikan) tetap hampir konstan. Jadi, jika tidak ada peningkatan kekuatan yang diperlukan, maka peningkatan kekuatan tekan tidak diperlukan dan dengan konsekuensi daktilitas material ada anggota struktural secara total.

Seperti dijelaskan pada gambar 1 beton yang terkekang sengkang akan mempunyai kuat tekan yang lebih besar, semakin rapat Sengkang yang digunakan semakin besar kuat tekan yang dipikul. Dari table 3.2. terlihat bahwa beton yang diberi Sengkang 8 cm sampai 2 cm meningkat kekuatannya dari 107,45 % sampai 498,77 %.

## 5. PENUTUP

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan yang telah diuraikan sebelumnya maka dapat ditarik kesimpulan bahwa sengkang selain dapat menahan gaya geser juga dapat meningkatkan kuat tekan beton di dalamnya karena beton didalamnya tertahan oleh sengkang. Selain itu jarak sengkang juga berpengaruh pada kuat tekan yang ada dimana semakin kecil jarak sengkang maka semakin tinggi pula pengaruh gaya horizontal sehingga mengakibatkan kuat tekan beton yang tinggi. Pengaruh mutu tulangan ikut diperhitungkan yang mana sengkang lingkaran memiliki hasil uji yang lebih besar dibandingkan sengkang spiral. Dengan adanya sengkang dapat menambah angka keamanan pada konstruksi beton bertulang.

## DAFTAR PUSTAKA

- Amir Mirmiran dan Mohsen Shahawy. (1997). Dilation karakteristik of confined concrete. Online.] Available at [Http://web.eng.fiu.edu/~mirmiran/Paper/dilation characteristics of convinate concrete.pdf](http://web.eng.fiu.edu/~mirmiran/Paper/dilation_characteristics_of_convinate_concrete.pdf)]:
- A. M. El-Kholy and H. A. Dahish, (2016) "Improved confinement of reinforced concrete columns," Ain Shams Eng. J., vol. 7, no. 2, pp. 717-728
- Behrang Tavousi Tehrani<sup>1\*</sup>, Shervin Shameli-Derakhshan<sup>2</sup>, Hossein

- Jarrahi Feriz. ( 3 – 4 Feb 2017). An Overview on Active Confinement of Concrete Column and Pier Using Shape Memory Alloys, International Conference on researches in Science and Engineering, Istanbul, Turkey
- Claeson, C. (2010). Finite Element Analysis Of Confined Concrete Columns. Online.] Available at <http://www.tekna.no/ikbvieuwer/content/738966/doc22-1.pdf> ).
- Domingo A. Moran and Chris P. Pantelides. FRP Confined Concrete Stress-Strain Model Utilizing a Variable Strain Ductility Ratio. Engineer, Reaveley Engineers and Assoc, Salt Lake City, UT 84106, Prof, Dept. of Civil and Envr. Eng, Univ. of Utah, Salt Lake City, UT 84112.
- Esmerald Filaj, Agim Seranaj, Erdit Leka (2017), Confined Concrete Behavior influencing Factors.
- G. E. Thermou, K. Katakalos, and G. Manos, (May 2015)“Concrete confinement with steel-reinforced grout jackets,” Mater. Struct., vol. 48, no. 5, pp. 1355–1376
- Leung H. Y. and Burgoyne C. J. (2000). Compressive behaviour of concrete Confined by aramid fibre spirals. Online.] Available at <http://www.civ.eng.can.ac.ok/cjb/papers/cp53.pdf> ).
- Manaha and Petrus, Y (2008). Confinement Efectiveness With Fine Mesh On Circular Reinforced Concrete Column. Online.] Available at <http://digilib.its.ac.id>)
- N. Holmes, D. Niall, and C. O’Shea, (Sept 2015) “Active confinement of weakened concrete columns,” Mater. Struct., vol. 48, no. 9, pp. 2759–2777.
- Purnomo, M. 2008. Diktat Mata Kuliah Struktur Beton 2. Semarang : Teknik Sipil Universitas Negeri Semarang.
- Qiwen Chen, (2015) Experimental Testing And Constitutive Modeling Of Concrete Confined With Shape Memory Alloys, Dissertation