

## MODEL SENGGANG PADA KOLOM BERONGGA UNTUK MEMIKUL BEBAN TEKAN

Safrin Zuraidah<sup>1</sup>, Ikhsan<sup>2</sup>, K Budihastono<sup>3</sup>  
Jurusan Teknik Sipil-UNITOMO Surabaya

### ABSTRAK

Menurut SNI 03 – 2847 – 2002 menyatakan bahwa saluran dan pipa, bersama kaitnya, yang ditanam pada kolom tidak boleh menempati lebih dari 4% luas penampang yang diperlukan untuk kekuatan atau untuk perlindungan terhadap kebakaran. Pada penelitian sebelumnya, dengan rongga 4,5% dari luas penampang tanpa tulangan dengan benda uji silinder 15x30 cm yang menyebabkan penurunan kuat tekan dari beton tersebut 29% , melebihi ketentuan dari SNI maka pengaruh lubang perlu diperhitungkan terhadap kekuatannya. Tujuan dari penelitian ini mengetahui besar kuat tekan kolom beton dengan adanya rongga di dalamnya dengan memasang tulangan geser model *Rectanguler* dan *Spiral*. Metode penelitian ini menggunakan kolom berongga 4,5% luas penampang dengan menambah sengkang dan tulangan memanjang guna meningkatkan kekuatan tekan kolom struktur dengan model sengkang *rektanguler* / persegi dan *spiral* untuk memikul beban maksimum. Ukuran benda uji kolom 200x200x600 mm, jumlah benda uji 6 buah kolom berongga , 6 buah kolom pejal , pengujian dilakukan pada umur 28 hari.

Hasil penelitian ini menunjukkan, bahwa pada perhitungan teoritis kuat tekan kolom beton berongga dengan sengkang *spiral* lebih besar 3,03% di bandingkan sengkang *rectanguler*, sedangkan hasil pengujian laboratorium menyatakan kuat tekan kolom dengan sengkang *spiral* lebih besar 2,92% dibandingkan *rectanguler*.. Kesimpulan, sengkang model *spiral* lebih kuat memikul beban tekan pada kolom berongga bila dibandingkan model *rectanguler* dan kebutuhan tulangan geser (sengkang) model *spiral* lebih ekonomis 8% dibandingkan model *rectanguler* .

**Kata Kunci :** kolom, sengkang, *spiral*, *rectangular*, kuat tekan

### PENDAHULUAN

Pada saat ini pelaku jasa konstruksi membangun properti tidak hanya mengutamakan kekuatan tetapi juga mengutamakan nilai-nilai estetika atau keindahan, dalam pelaksanaan di lapangan banyak sekali pipa-pipa saluran air dalam suatu pembangunan gedung maupun bangunan stuktur lainnya yang terpasang tidak pada tempatnya, sehingga hal tersebut dapat mengurangi nilai-nilai estetika pada bangunan. Dan salah satu cara untuk menanggulangi hal tersebut dengan cara memasukkan pipa-pipa tersebut kedalam beton, sehingga beton tersebut berongga/berlubang pada bagian tengahnya untuk memasang instalasi air, baik air kotor maupun air bersih, instalasi listrik dan

sebagainya. Pada SNI 03 – 2847 – 2002 menyatakan bahwa saluran dan pipa, bersama kaitnya, yang ditanam pada kolom tidak boleh menempati lebih dari 4% luas penampang yang diperlukan untuk kekuatan atau untuk perlindungan terhadap kebakaran. Menurut penelitian sebelumnya dengan perbandingan 4,5% luas penampang yang melebihi ketentuan dari SNI maka pengaruh lubang perlu diperhitungkan terhadap kekuatannya yang akan menyebabkan penurunan kekuatan dari menerima gaya tekan namun lemah untuk menerima gaya tarik, untuk mengatasi kelemahan dari sifat beton, maka perlu adanya penambahan rangkaian tulangan di dalam beton, oleh karena itu penelitian ini dilakukan dengan membuat kolom pendek dan balok beton bertulang dengan rongga beton tersebut.

## TINJAUAN PUSTAKA

Beton berongga adalah beton yang potongan penampang melintang pada benda uji silinder tanpa tulangan atau kolom pendek dengan tulangan terdapat rongga/lobang pipa di dalamnya untuk keperluan instalasi listrik atau air. Beton untuk mencapai kuat tekan perlu diperhatikan kepadatan dan kekerasan massanya, umumnya semakin padat dan keras massa agregat akan makin tinggi kekuatan dan durability-nya (daya tahan terhadap penurunan mutu dan akibat pengaruh cuaca). Untuk itu diperlukan susunan gradasi butiran yang baik. Nilai kuat tekan beton yang dicapai ditentukan oleh mutu bahan agregat ini.

### Penelitian sejenis yang telah dilakukan,

[6] Menyatakan, Luas conduit yang melebihi persyaratan SNI 03-2847-2002, yaitu 7%, apabila penampang kolom berada di daerah keruntuhan tarik (*tension failure*) tidak menyebabkan penurunan kekuatannya dalam memikul beban, Luas conduit yang melebihi persyaratan SNI 03-2847-2002, yaitu 7%, apabila penampang kolom berada di daerah keruntuhan tekan (*compression failure*) akan menyebabkan penurunan momen kapasitas kolom sampai dengan 10,52%.

[2] Menyatakan, kuat tekan beton pada lubang 4 % dari luas penampang kolom menurun sampai 20,44%.

[4] Menyatakan, apabila dibandingkan kapasitas lentur antara balok berpenampang persegi dengan balok berpenampang I didapatkan nilai sebesar 1,055 yang secara teoritis kedua balok tersebut tidak berbeda dengan yakni dengan kapasitas lentur sebesar 15,951 KNm. Apabila kapasitas lentur praktek dibanding dengan teori pada balok persegi didapatkan nilai sebesar 1,809 sedangkan balok I didapatkan nilai sebesar 1,570.

[9] Menyatakan, kapasitas geser balok uji hasil eksperimen mempunyai nilai yang lebih besar dibandingkan hasil perhitungan teoritis berdasarkan

[8] Menyatakan, Silinder beton berongga yang dikekang dengan tulangan spiral cenderung lebih getas dibandingkan dengan silinder masip yang dikekang dengan

tulangan spiral, adanya peningkatan kekuatan desak beton oleh adanya pekekangan dengan tulangan spiral, walaupun peningkatan itu hanya berkisar antara 8-15% , pola Keruntuhan silinder berongga yang dikekang sama seperti pola keruntuhan silinder masip yang dikekang.

### Tulangan

Didalam perencanaan beton bertulang khususnya balok dan kolom tentunya kita mengenal tulangan. Diantara keduanya mempunyai kegunaan masing-masing. Seperti yang diketahui bahwa sifat beton adalah kuat terhadap gaya tekan dan lemah terhadap gaya tarik. Sedangkan tulangan baja sebaliknya, dimana kuat terhadap gaya tarik dan lemah terhadap gaya tekan. Maka tulangan baja pun sangat di butuhkan dalam percampuran beton. Yang biasa di gunakan beton bertulang.

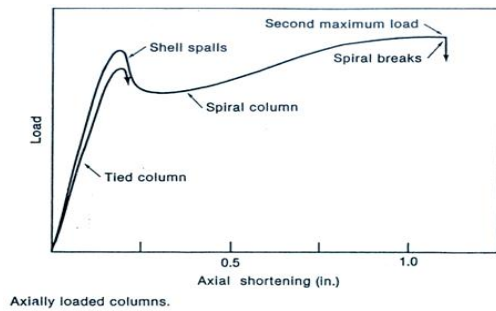
Maka dengan adanya teori beton kuat menahan gaya tekan maka peneliti ingin mengetahui seberapa kuat beton jika di dalamnya diberikan rongga, dengan pengujian menggunakan kolom pendek dengan membandingkan kuat tekan benda uji yang sebenarnya dengan model sengkang rectanguler dan spiral.

### Perilaku kolom dengan sengkang *rectanguler dan spiral*

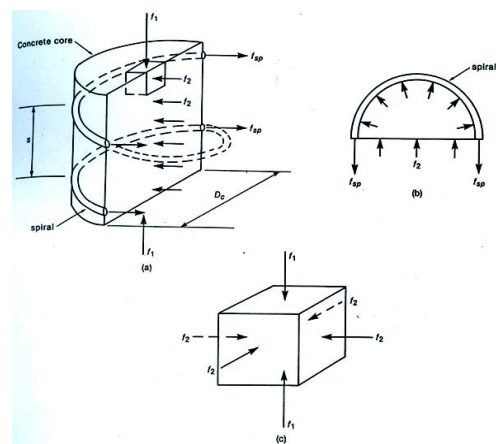
Tulangan sengkang pada kolom berfungsi mencegah tulangan longitudinal menekuk keluar dan menahan desakan lateral beton inti akibat menerima beban aksial.

Pada kolom sengkang persegi, (Gambar. 1) tulangan sengkang mempunyai jarak tertentu yang berarti juga merupakan jarak sokongan tulangan longitudinal, apabila kolom persegi diberi beban aksial sampai runtuh, mula – mula beton pembungkus (beton di luar tulangan sengkang) akan retak dan setelah itu tulangan longitudinal akan menekuk keluar karena beton pembungkus (yang berfungsi sebagai sokong lateral) sudah hancur, tulangan sengkang juga akan tertarik keluar karena beton mengalami desakan keluar akibat beban aksial, yang pada akhirnya akan menyebabkan kolom runtuh, kejadian ini seringkali terjadi tiba – tiba pada struktur kolom persegi. Sedangkan apabila

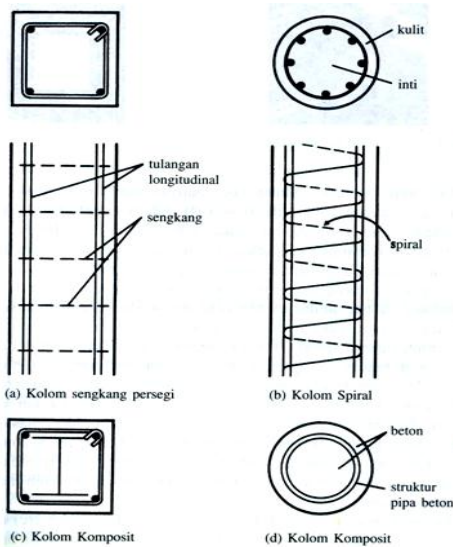
kolom dengan tulangan geser bentuk spiral di beri beban aksial sampai runtuh, perilaku keruntuhan berbeda dengan kolom tulangan geser bentuk persegi dan relatif lebih baik. Ketika beton pembungkus mulai retak. Kolom tidak runtuh tiba – tiba, karena kekuatan beton inti masih bisa memberikan kontribusi menahan beban akibat sokongan tulangan spiral seperti (gambar 2) yang selanjutnya kolom akan terdeformasi lebih lanjut sampai tulangan longitudinal leleh dan kolom runtuh. Retak pada pembungkus beton sebagai peringatan akan terjadi keruntuhan kolom apabila beban terus bertambah, walaupun beton inti masih dapat sedikit memikul beban lagi sampai akhir runtuh. Hal ini menjadikan kolom dengan tulangan geser bentuk spiral lebih daktail (runtuh bertahap) dibandingkan kolom dengan tulangan geser bentuk persegi.(Gambar .3)



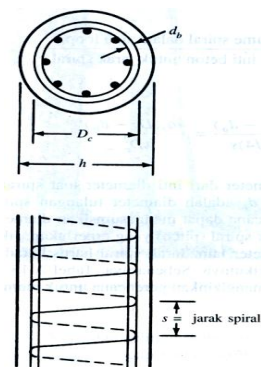
**Gambar 2. Keruntuhan kolom rectangular dan spiral**



**Gambar 3. Kontribusi tulangan spiral pada beton**



**Gambar 1. Penampang kolom sengkang rectangular dan spiral**



**Gambar 4. Sengkang spiral**

Perilaku keruntuhan pada kolom dengan tulangan geser bentuk persegi dan spiral diatas di (gambar 2) pada diagram beban – lendutan akibat aksial, pada mulanya, kedua kurva sama. Ketika beban terus meningkat sampai maksimum, kolom persegi akan runtuh tiba – tiba dan kolom spiral akan mengalami keruntuhan bertahap

$$P_s = 0,85 \cdot f_c (A_s - A_c) \dots\dots(1)$$

Keterangan :  $A_g$  = luas penampang beton,  $A_c$  = luas beton inti  
Kekuatan tulangan spiral adalah

$$T_s = 2 \cdot \rho_s \cdot A_c \cdot F_y \dots\dots(2)$$

Keterangan :  $\rho_s$  = persentasi tulangan spiral

Persentase tulangan spiral minimum adalah (ACI 10 – 6)

$$\rho_s = 0,45 \left[ \frac{A_g}{A_c} - 1 \right] \frac{f_c'}{f_y} \dots\dots(3)$$

Tulangan sengkang spiral yang dibutuhkan adalah

$$\rho_s = \frac{4as(Dc-db)}{sDs^2} \dots\dots\dots(4)$$

Keterangan:

$D_c$  = diameter dari inti diameter luar spiral,  
 $A_s$  = luas penampang tulangan spiral dan  
 $d_b$  = diameter tulangan spiral.

Tegangan yang terjadi pada kolom terdiri dari tegangan beton dan baja. Dimana total beban yang terjadi ( $P_o$ ) adalah penjumlahan dari gaya yang terjadi pada beton dan baja  $P_c = f_c A_c$  dan  $P_s = f_y A_s$ . Beton akan hancur apabila beban aksial mencapai beban maksimum, kapasitas meksimum teoritis kolom dapat menerima beban adalah

$$P_o = 0,85 \cdot f_c' \cdot (A_g - A_{st}) + A_{st} \cdot f_y \dots\dots\dots(5)$$

Apabila momen yang terjadi sangat kecil atau diabaikan, sehingga kondisi batas eksentrisitas  $e$  lebih kecil dari  $0,1h$  untuk kolom persegi  $0,05h$  untuk kolom spiral maka, kuat tekan rencana kolom tidak boleh melebihi dari (SNI. 12. 3 – 5).

a. untuk kolom dengan tulangan sengkang spiral

$$P_n(max) = 0,85 P_o \dots\dots\dots(6)$$

b. untuk kolom dengan tulangan sengkang ikat

$$P_n(max) = 0,80 P_o \dots\dots\dots(7)$$

Keterangan :

$P_n(max)$  = kekuatan nominal maksimum suatu penampang kolom

### Uji Kuat Tekan

Tujuan dari pengujian kuat tekan silinder adalah untuk mengetahui mutu dari beton tersebut. Pengujian dilakukan dengan cara memberikan gaya tekan aksial terhadap benda uji silinder dengan peningkatan beban yang ditentukan sampai benda uji mengalami keruntuhan. Besarnya kuat tekan beton dapat dihitung dengan cara membagi beban maksimum pada saat benda uji hancur dengan luas penampang persegi . dengan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) kapasitas 100 ton Merk Tokyo Testing Machine Type RAT – 200.

Benda uji akan dibebani sampai hancur dengan kecepatan pembebanan rata-rata 0.14 s/d 0.34 MPa/dt. Sesuai **ASTM C39–94**.

Kuat tekan beton dihitung dengan persamaan :

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(8)$$

Keterangan :

$f_c'$  = Kuat tekan beton (Mpa)

$P$  = Beban maksimum (KN)

$A$  = Luas bidang benda uji (cm<sup>2</sup>)

Dari hasil kuat tekan masing-masing benda uji akan dihitung kuat tekan beton rata-

Jumlah benda uji kolom yang digunakan adalah: 12 benda uji, yaitu masing-masing menggunakan 3 buah dengan sengkang rectanguler dan 3 buah dengan sengkang spiral dengan dimensi 20/20 panjang 60 cm untuk pengujian umur 28 hari.

### METODOLOGI PENELITIAN

Dalam penelitian ini yang merupakan variabel terukur :

- a. Variabel bebas : Model sengkang : *rectanguler, spiral*.
- b. Variabel tak bebas : Kuat tekan untuk kolom pejal dan berongga

**Benda uji kolom berongga**

Untuk proses pengecoran beton pada benda uji kolom struktur beton berongga pertama kita harus menghitung berapa besar diameter rongga yang direncanakan, dalam percobaan penelitian yang dilakukan sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya maka diameter rongga di tetapkan 4,5% dari luas penampang kolom atau balok, yang di rumuskan sebagai berikut :

$$4,5\% \cdot P \cdot L = X \dots\dots\dots(9)$$

$$X = \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot D^2 \dots\dots\dots(10)$$

$$D = \sqrt{\frac{X}{\frac{1}{4} \cdot \pi}} \dots\dots\dots(11)$$

Setelah di ketahui dimeter rongga yang di butuhkan maka kita menggunakan pipa PVC sebagai pengganti rongga dengan diameter sesuai dengan perhitungan, dalam proses pengecoran beton pipa PVC dan rangkaian besi dimasukan bersamaan usahakan pipa dan rangkaian besi dalam kondisi tegak lurus supaya mendapatkan hasil maksimal pada saat pengujian beton. Pada saat penuangan adonan beton kedalam bekisting diharuskan merojok beton dan pukul – pukul permukaan papan bekisting yang bertujuan agar beton padat dan mendapat kan hasil beton yang baik dan mulus.

**Tes Kuat tekan kolom**

Tujuan pengtesan kuat tekan adalah untuk mengetahui kekuatan tekan beton yang terjadi pada umur 28 hari.. Jumlah benda uji adalah 12 buah benda uji kolom diantaranya 6 benda uji untuk tulangan geser spiral dan 6 benda uji tulangan geser *Rectangular*. Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Beton FTSP ITS Surabaya. Dalam hal ini benda uji berbentuk kolom dengan ukuran 20x20x60 cm dengan tulangan utama Ø8, dan tulangan geser Ø6.

**HASIL PENELITIAN dan ANALISA**

**Pengujian Kolom**

**Perhitungan teoritis Kolom berongga**

Data :

$$f_c' = 25,48 \text{ Mpa} ; f_y = 240 \text{ Mpa}$$

$$b = 200 \text{ mm} ; h = 200 \text{ mm}$$

$$\text{Deking} = 50 \text{ mm} ; L = 600 \text{ mm}$$

$$\beta = 0,85 ; \phi = 0,65$$

$$\text{Tul Utama} = 8 \text{ mm} ;$$

$$\text{Tulangan geser} = 6 \text{ mm}$$

$$d = h - \text{deking} - \text{Øgeser} - \frac{1}{2} \text{ØLong}$$

$$= (200 - 50 - 6 - \frac{1}{2} \cdot 8) \text{mm}$$

$$= 140 \text{ mm.}$$

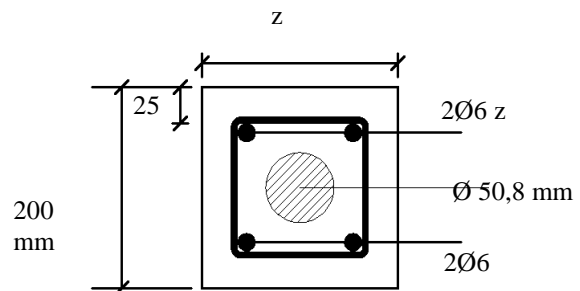
Luas tulanganlongitudinal

$$A_{st} = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 = 4 \cdot \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 8^2$$

$$= 200,96 \text{ mm}^2$$

$$A_g = b \cdot h = 200 \cdot 200 = 40.000 \text{ mm}^2$$

$$\begin{aligned} \text{Luas Diameter Rongga} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 50,8^2 \\ &= 2.025,8 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{Luas Diameter Rongga} &= \frac{1}{4} \cdot \pi \cdot d^2 \\ &= \frac{1}{4} \cdot 3,14 \cdot 50,8^2 = 2.025,8 \text{ mm}^2 \end{aligned}$$

**a. Kolom berongga *rectangular***

Rumus :

$$P_o = 0.85f_c' (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}$$

$$\phi P_n \text{ max} = 0,80 \cdot \phi \cdot P_o$$

$$P_n \text{ max} = 0,80 \cdot P_o$$

$$P_n \text{ max} = 0,80 \cdot [0.85f_c' (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

$$P_n \text{ max} = 0,80 \cdot [0.85f_c' (A_g - \text{luas rongga} - A_{st}) + f_y A_{st}]$$

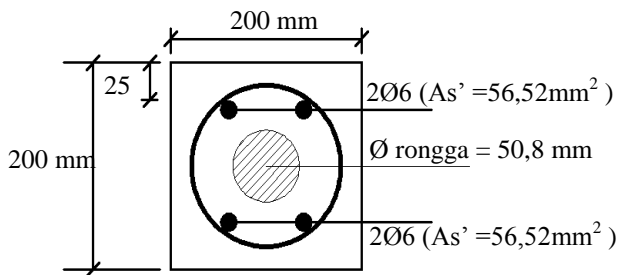
$$\begin{aligned} &= 0,80 \cdot [0,85 \cdot 25,48 \cdot (40.000 - \\ &\quad \cdot 2.025,80 - 2 \cdot 200,96) + \\ &\quad 240 \cdot 200,96] \end{aligned}$$

$$= 0,80 \cdot [0,85 \cdot 25,48 \cdot 37.572,28 + 48230,4]$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,8 \cdot [813.740,440 + 48230,4] \\
 &= 0,8 \cdot 861.970,84 \text{ N} \\
 &= 689.576,672 \text{ n} \\
 P_U &= 1,2 \times P_n \\
 &= 1,2 \times 689.576,672 \text{ N} \\
 &= 827.492,006 \text{ N}
 \end{aligned}$$

Jadi kuat tekan aksial maksimum teoritis adalah = 827.492,006 N

**b. Kolom berongga Spiral**

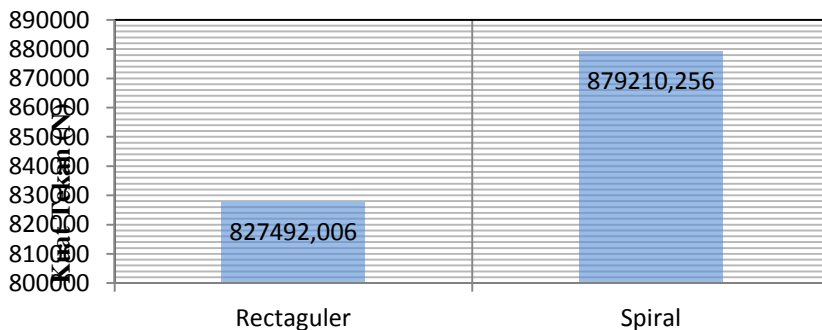


$$\begin{aligned}
 P_o &= 0.85f^c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st} \\
 \phi P_n \text{ max} &= 0,85 \cdot \phi \cdot P_o \\
 P_n \text{ max} &= 0,85 \cdot P_o \\
 P_n \text{ max} &= 0,85 \cdot [0.85f^c (A_g - A_{st}) + f_y A_{st}] \\
 P_n \text{ max} &= 0,85 \cdot [0.85f^c (A_g - \text{luas rongga} - A_{st}) + f_y A_{st}] \\
 &= 0,85 \cdot [0,85 \cdot 25,48 \cdot (40.000 - 2.025,80 - 2 \cdot 200,96) + 240 \cdot 200,96] \\
 &= 0,85 \cdot [0,85 \cdot 25,48 \cdot 37.572,28 + 48230,4]
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,85 \cdot [813.740,440 + 48230,4] \\
 &= 0,85 \cdot 732.675,214 \text{ N} \\
 P_U &= 1,2 \times P_n \\
 &= 1,2 \times 732.675,241 \\
 &= 879.210,256
 \end{aligned}$$

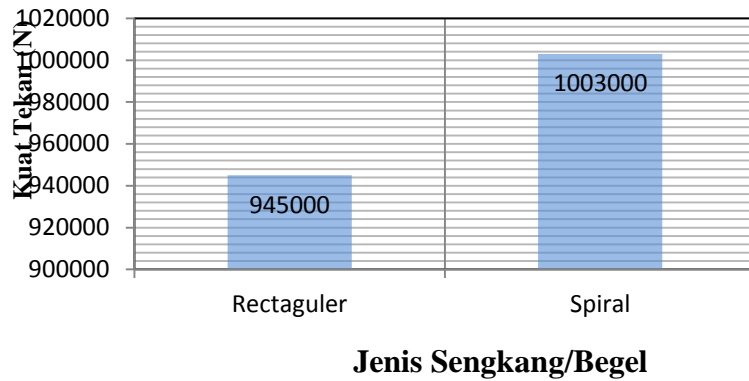
**Hasil Uji Laboratorium dan Teoritis Pada Kolom Berongga (200x200x600) mm**

Hasil penelitian menunjukkan, bahwa berdasarkan dari hasil uji dan perhitungan Teoritis, untuk sengkang model *Rectangular* beban tekan hasil uji mencapai 945.000 N, sedangkan berdasarkan hitungan teoritis  $P_u = 827.492,01 \text{ N}$  ( Lebih besar hasil uji 6.63 %). Sedangkan pada model sengkang spiral beban tekan hasil uji mencapai 1.003.000 N, dan yang berdasarkan hitungan teoritis  $P_u = 879.210,26 \text{ N}$  ( Lebih besar hasil uji 6.58 %). Dari hasil perhitungan teoritis Beban tekan lebih rendah dibandingkan hasil pengujian, menunjukkan adanya faktor keamanan sekitar 7 %. Pada perhitungan teoritis kuat tekan kolom beton berongga dengan sengkang *spiral* lebih besar 3,03% di bandingkan sengkang *rectangular*, sedangkan hasil pengujian laboratorium kuat tekan kolom dengan sengkang *spiral* lebih besar 2,92% dibandingkan *rectangular*. Bila ditinjau terhadap kebutuhan tulangan sengkang *spiral* lebih hemat 8% dibandingkan sengkang model *rectangular*.

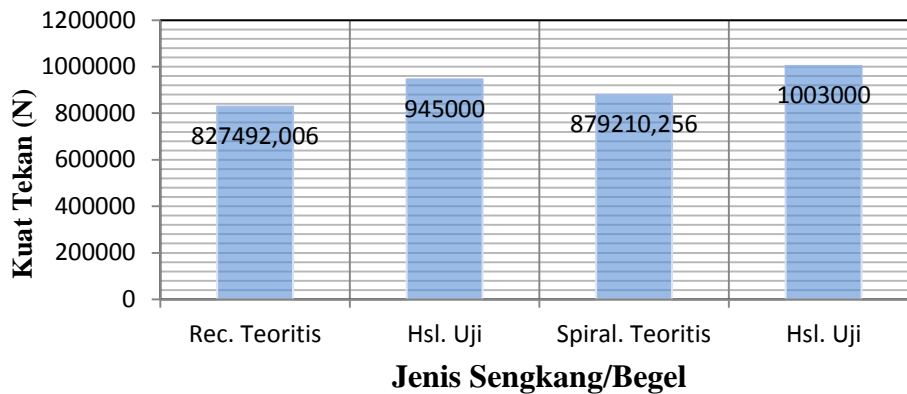


**Jenis Sengkang/Begel**

**Gambar .5 Hubungan antara Kuat Tekan dengan Model Sengkang Berdasarkan Perhitungan Teoritis**



**Gambar. 6 Hubungan antara Kuat Tekan Kolom berongga dengan Model Sengkang Rectangular dan Spiral Berdasarkan Hasil Uji Laboratorium**



**Gambar 7. Hubungan Kuat Tekan Dengan Model Sengkang Beton Berongga**

**KESIMPULAN**

Dari hasil penelitian, dapat disimpulkan,

1. Model sengkang *spiral* lebih besar memikul kuat tekan di bandingkan sengkang model *rectanguler* pada beton berongga
2. Dari segi kebutuhan tulangnya Model sengkang *spiral* lebih ekonomis.

**DAFTAR PUSTAKA**

Departemen Pekerjaan Umum. 2002. "Saluran Dan Pipa Yang Ditanam Dalam Beton", SNI 03-2847-2002, Departemen Pemukiman Dan Prasarana Wilayah, Badan Penelitian Dan Pengembangan, Jakarta.

Ilham Wijaya. 2007. " Pengaruh Variasi Lubang pada Kolom Pendek Beton

*Bertulang Terhadap Kapasitas Tekan*". Jurusan Teknik Sipil dan Perencanaan Fakultas Teknik Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, from <http://www.indoskripsi.com>.

Murdock, L. J., dan Brook, K. M., 1991, "Bahan dan Praktek Beton", Erlangga, Jakarta.

Nirwan Ahmad. 2008. "Perbandingan Kuat Lentur Balok Berpenampang Persegi Dengan Balok Berpenampang I ". Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia , Yogyakarta, from <http://.scribd.com>.

RSNI (Rancangan Standar Nasional Indonesia). 2002. "Tata Cara Perencanaan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung", Badan Standar Nasional, Jakarta.

Renaningsih.2006. "*Analisis Penampang Kolom Beton Bertulang Persegi Berlubang Menggunakan PCA COL*". Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas MuhamadiyahSurakarta,Surakarta.From [p://eprints.ums.ac.id/620/1/\\_6\\_Renaningsih.pdf](http://eprints.ums.ac.id/620/1/_6_Renaningsih.pdf).

Subakti, A. 1994." *Teknologi Beton Dalam Praktek*", Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Sipil Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.

Sudarsana Wayan. 2011. "*Perilaku Silinder Beton Berongga Yang Dikekang Dengan Tulangan Spiral*". Jurnal Ilmiah Teknik Sipil Vol. 15, No. 2. Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Udayana, Denpasar, from <http://ejournal.unud.ac.id>.

Wiku A.K dkk,2010," *Perilaku Geser pada Keadaan Layan dan Batas Balok beton berlubang Memanjang*",



Gambar 4. Tulangan dengan sengkang *rectangular* untuk kolom berongga 20/20



Gambar 5. Tulangan dengan sengkang *spiral* untuk kolom berongga 20/20