

## PENGARUH SENGGANG LUAR DAN SENGGANG DALAM TERHADAP KEKUATAN TEKAN PIPA BETON.

Nico Christian S<sup>1</sup>, Mauriciano Victourious L<sup>2</sup>, Gogot Setyo Budi<sup>3</sup>

**ABSTRAK :** Beton merupakan bahan utama yang sering digunakan untuk pondasi. Tiang pancang berongga atau pipa beton dengan rongga terbentuk akibat proses *spinning* yang dihasilkan melalui gaya sentrifugal pada saat proses pemadatan. Berbeda dengan beton pejal, keruntuhan pipa beton dapat terjadi pada sisi bagian luar maupun dalam dinding pipa beton, Pada penelitian ini, dicoba penambahan perkuatan tekan pada pipa beton dengan cara memberikan sengkang bulat pada dinding luar pipa beton dan sengkang dalam pada dinding bagian dalam pipa beton. Ukuran diameter tulangan yang digunakan untuk pembuatan sengkang bulat dan tulangan sengkang adalah 6mm. Hasil penelitian ini, menunjukkan bahwa pemberian sengkang bulat dan sengkang dapat meningkatkan kekuatan tekan pipa beton dan regangan, serta pemberian sengkang yang paling optimal dengan bentuk segi empat dan segi lima, walaupun hasilnya tidak konsisten dan pemberian tulangan sengkang secara umum dapat meningkatkan regangan walaupun beberapa sampel pipa beton memiliki gaya tekan beton lebih kecil jika dibandingkan dengan pipa beton tanpa pemberian tulangan.

**KATA KUNCI :** beton, pipa beton, *spinning*, dinding pipa beton, gaya sentrifugal, perkuatan pipa beton.

### 1. PENDAHULUAN

Pada saat ini beton merupakan bahan utama yang sering digunakan dalam berbagai macam proyek konstruksi, misalnya pada kolom struktur, pelat lantai, balok, dan tiang pancang untuk pondasi. Tiang pancang pada umumnya berbentuk kotak pejal (solid). Penggunaan pipa beton umumnya digunakan untuk tiang pondasi dan juga tiang listrik. Proses produksi pipa beton dilakukan di pabrik dengan metode *spinning*, sehingga kualitas mutu beton lebih terkontrol. Terbentuknya silinder berongga diakibatkan dari proses *spinning* yang berasal dari gaya sentrifugal sehingga menyebabkan material beton terlempar ke arah luar. Berbeda dengan beton pejal, keruntuhan pipa beton akibat pengelupasan (*spalling*) beton bisa terjadi pada sisi bagian luar dan dalam dinding. Berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Budi et al., (2017) berupa penyebaran kuat tekan pada penampang pipa beton, menunjukkan bahwa dinding sisi bagian luar lebih padat dibandingkan sisi bagian dalam dinding.

Pada elemen beton pejal, sudah banyak dilakukan penelitian cara meningkatkan daya dukungnya. Salah satu metode yang dilakukan adalah dengan cara pemberian kekangan (*confinement*). Macam-macam *confinement* yang dilakukan antara lain adalah dengan menggunakan *external steel collar* pada kolom struktur (Pudjisuryadi et al., 2015). Pemberian *External Steel Ring* (Safitri et al., 2017), benda uji yang dipakai memiliki bentuk silinder pejal dengan dimensi diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan hasilnya dapat meningkatkan kekuatan beton tersebut.

---

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra Surabaya, christiannico18@gmail.com.

<sup>2</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra Surabaya, mauricv194@gmail.com.

<sup>3</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Universitas Kristen Petra Surabaya, gogot@petra.ac.id.

Berbagai upaya perkuatan yang dilakukan untuk meningkatkan daya dukung pipa beton antara lain dilakukan dengan pemberian *clamp (confinement)* pada sisi luar pipa beton (Kintarman et al., 2017), penelitian selanjutnya berupa pemberian *polypropylene fibres* pada beton segar (Tjandra et al., 2017) dan hasilnya dapat meningkatkan kekuatan tekan pipa beton.

Pada umumnya penelitian mengenai beton solid lebih banyak dilakukan daripada penelitian beton berongga. Dari penelitian yang dilakukan oleh Budi et al., (2017) sebelumnya, menyatakan bahwa dinding sisi bagian dalam pipa beton lebih lemah dibandingkan dinding pipa beton sisi luar dan perkuatan pipa beton yang dilakukan dengan metode *confinement* hanya di bagian dinding bagian luar. Maka dari itu pada penelitian ini, penulis ingin mencoba meningkatkan daya dukung pipa beton dengan cara memberikan sengkang luar berupa sengkang bulat pada sisi bagian luar dinding, dan sengkang dalam berupa sengkang segi 4, 5, dan 6 pada sisi bagian dalam pipa beton. Hal ini dilakukan untuk memberikan tambahan kekuatan, khususnya pada dinding pipa beton bagian dalam.

## 2. LANDASAN TEORI

Perkuatan beton pejal, dengan menggunakan *external steel collar* dilakukan oleh Pudjisuryadi et al., (2015). Peneliti membuat 9 buah benda uji kolom pejal dengan ukuran 20 cm x 20 cm dengan tinggi 60 cm dan selimut beton 2 cm. Tulangan tipe ulir dengan diameter 10 mm digunakan untuk tulangan longitudinal dan sengkang. Semua tipe benda uji diberi tulangan Longitudinal 4D10. Variasi pemberian sengkang bagian tengah hanya ada dua yaitu D10-50 dan D10-80, dengan tulangan tumpuan D10-33.3. sengkang bagian tumpuan kolom D10-33.3 tanpa tulangan lapangan. Pemberian *steel collar* pada semua tipe benda uji sama, tidak ada perbedaan jarak. Dari hasil penelitian yang dilakukan, benda uji dengan pemberian sengkang bagian tumpuan D10-33.3 dan sengkang bagian lapangan D10-80, memiliki daktilitas dan daya tekan yang paling besar.

Selanjutnya, penelitian yang dilakukan oleh Safitri et al., (2017), menggunakan *steel ring* sebagai perkuatan silinder beton pejal. *Steel ring* yang digunakan memiliki tebal 2.4 mm. Peneliti melakukan 2 jenis percobaan, dimana percobaan pertama dilakukan pengaturan jarak *steel ring* yang berbeda, variasi jarak *steel ring* yaitu 65 mm, 87 mm, 130 mm dan dengan lebar *steel ring* yang konsisten yaitu 40 mm. Percobaan kedua dilakukan dengan memberikan ukuran lebar *steel ring* dan jarak yang berbeda, dengan variasi lebar 28 mm dan jarak 68 mm, lebar 45 mm dan jarak 85 mm, lebar 73 mm dan jarak 113 mm. Hasil yang didapatkan dari percobaan pertama adalah semakin dekat jarak *steel ring*, maka semakin besar juga kuat tekannya. Hasil dari percobaan kedua semakin lebar *steel ring* dan semakin jauh jaraknya, maka daya dukung nya semakin besar, namun dari kedua macam percobaan, design yang efektif adalah dengan membuat jarak *steel ring* semakin dekat seperti pada percobaan pertama.

Penelitian tentang pipa beton telah dilakukan oleh Budi et al., (2017) yang meneliti kekuatan tekan pipa beton jenis spun pile, dimana diambil sample dengan arah sejajar pipa beton dan arah tegak lurus pipa beton, masing-masing 5 sample pada setiap pipa beton dengan metode *core drill* (pengeboran inti). Dari hasil penelitian dipresentasikan bahwa dinding pipa beton bagian luar lebih padat dibandingkan dengan bagian dalam. Disamping itu dinding pipa beton bagian luar memiliki kekuatan tekan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan dinding bagian dalam.

Tjandra et al., (2017) menambahkan serat *polypropylene* dengan variasi antara 0.1% sampai 0.3% dari volume pipa beton. Dimensi pipa beton dengan diameter 15 cm, tinggi 30 cm, dan lubang 5 cm. Mutu beton yang digunakan adalah K-500 ( $f_c' = 41.5$  MPa).

Dari hasil penelitian pengetestan benda uji, penambahan serat *polypropylene* dengan kadar 0.1% justru menyebabkan kekuatan tekan pipa beton menurun, sedangkan penggunaan serat *polypropylene* dengan kadar 0.2% dan 0.3% dapat meningkatkan kekuatan tekan pipa beton, meskipun hasilnya kurang signifikan. Penambahan kadar serat *polypropylene* yang paling optimum adalah dengan kadar 0.2% dari volume pipa beton.

Perkuatan pipa beton pada sisi bagian luar dengan menggunakan *clamp* dilakukan oleh Kintarman et al., (2017). Penelitian menggunakan mutu beton  $f_c' = 50$  MPa dan  $f_c' = 33$  MPa. Pada benda uji tersebut diberikan perkuatan *clamp* dengan ukuran lebar 27 mm dan tebal 1.7 mm, variasi penggunaan antara lain sebanyak 3 buah dengan jarak 9.1 cm, 4 buah dengan jarak 5.2 cm, dan 5 buah dengan jarak 3.25 cm. Dari hasil pengujian kuat tekan didapatkan pemberian dengan 5 buah *clamp* dapat meningkatkan kuat tekan pipa beton yang paling maksimum.

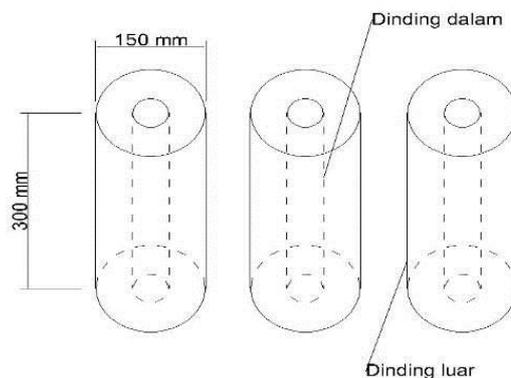
Penelitian mengenai perkuatan pipa beton juga dilakukan oleh Sasmita et al., (2017) dengan menambahkan *steel fiber* tipe *hooked end* dengan panjang 3.5 cm. Penggunaan kadar *steel fiber* bervariasi antara 0% sampai 0.3% dari volume beton. Pembuatan benda uji sebanyak 12 buah menggunakan mutu beton  $f_c' = 24$  MPa. Pengetesan kuat tekan dilakukan pada saat pipa beton berumur 28 hari. Dari hasil penelitian di atas disimpulkan bahwa penambahan *steel fibre* dengan kadar 0.3% dari volume beton dapat meningkatkan daya dukung paling tinggi yaitu sekitar 27% lebih besar jika dibandingkan dengan keadaan normal.

### 3. METODOLOGI PENELITIAN

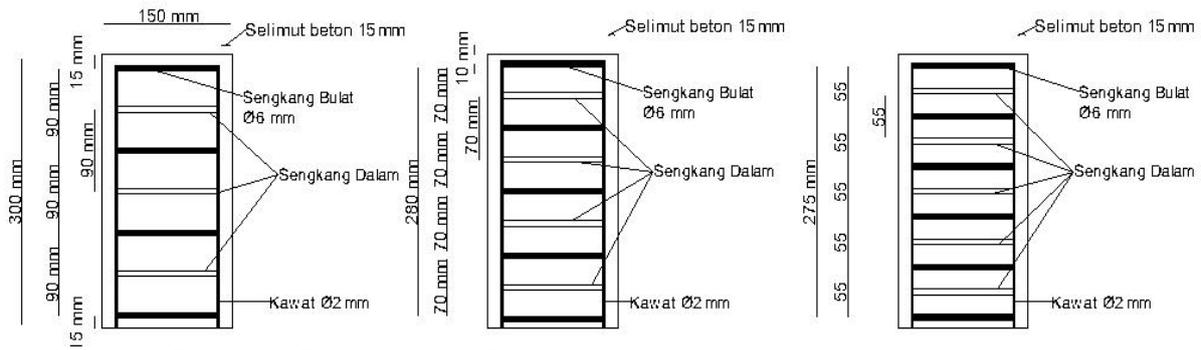
Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh pemberian sengkang bulat pada sisi bagian luar dinding pipa beton dan pemberian sengkang pada sisi bagian dalam dinding pipa beton. Dalam penelitian ini *mix design* yang dikehendaki adalah dengan menggunakan mutu beton K-500 ( $f_c' = 41.5$  MPa). Semua benda uji berbentuk silinder yang berongga dengan ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dan dibuat dengan mesin yang memanfaatkan gaya sentrifugal. Variasi penelitian pada benda uji dibuat sebagai berikut :

1. Pipa beton mutu  $f_c' = 41.5$  MPa sebanyak 9 buah benda uji pada **Gambar 1**.
2. Pipa beton mutu  $f_c' = 41.5$  MPa dengan jarak sengkang bulat yang bervariasi sebesar 9 cm, 7 cm, dan 5.5 cm tanpa sengkang, masing-masing sebanyak 3 buah benda uji, dengan total benda uji 9 buah.
3. Pipa beton mutu  $f_c' = 41.5$  MPa dengan jumlah sengkang yang bervariasi antara 4 buah, 5 buah, 6 buah, dengan posisi sengkang bulat terpasang. Tulangan baja yang digunakan adalah besi polos dengan diameter 6 mm dan akan dijelaskan pada **Gambar 2**.

Total beton uji dalam penelitian ini berjumlah 45 buah. Variasi yang dilakukan untuk mempelajari seberapa besar pengaruh pemberian sengkang bulat yang diatur jaraknya dan banyaknya sengkang terhadap kekuatan tekan pipa beton.



**Gambar 1. Sketsa Benda Uji Pipa Beton**



**Gambar 2. Sketsa Tampak Samping Benda Uji Pipa Beton dengan Tulangan**

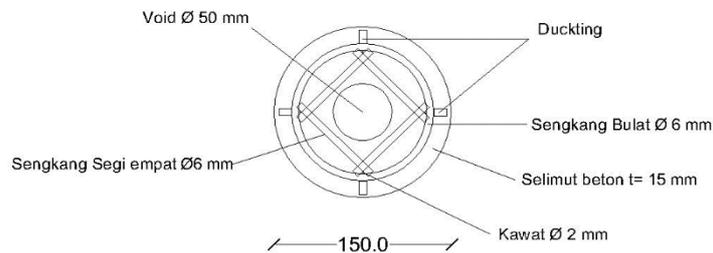
Keterangan :

a = pipa beton dengan jarak sengkang bulat 9 cm dan sengkang dalam 9 cm dengan variasi sengkang segi empat, lima, dan enam.

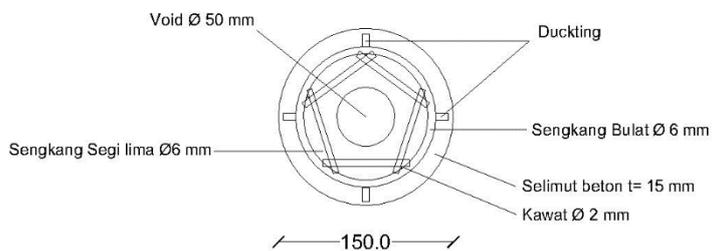
b = pipa beton dengan jarak sengkang bulat 7 cm dan sengkang dalam 7 cm dengan variasi sengkang segi empat, lima, dan enam.

c = pipa beton dengan jarak sengkang bulat 5.5 cm dan sengkang dalam 5.5 cm dengan variasi sengkang segi empat, lima, dan enam.

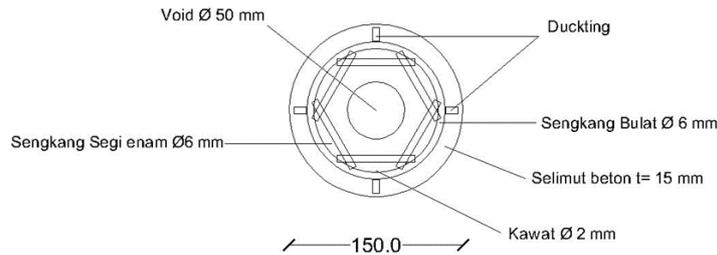
**Gambar 2** menunjukkan sketsa tampak samping benda uji pipa beton, sedangkan **Gambar 3** sampai **Gambar 5** menunjukkan sketsa tampak atas benda uji pipa beton.



**Gambar 3. Sketsa Tampak Atas Benda Uji Pipa Beton dengan Sengkang Segi Empat**



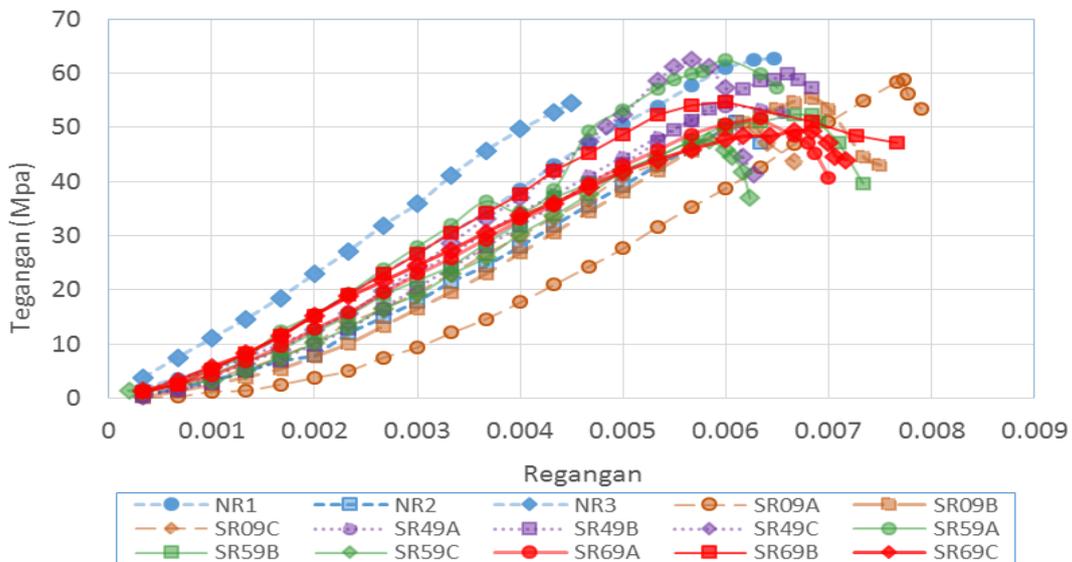
**Gambar 4. Sketsa Tampak Atas Benda Uji Pipa Beton dengan Sengkang Segi Lima**



Gambar 5. Sketsa Tampak Atas Benda Uji Pipa Beton dengan Sengkang Segi Enam

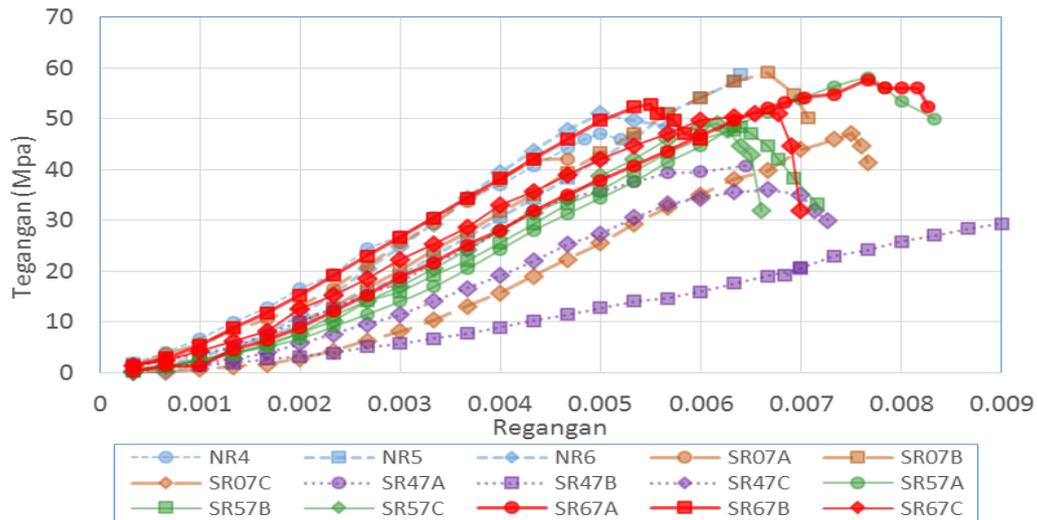
#### 4. HASIL DAN ANALISA

Pada Gambar 6 Grafik Tegangan-Regangan benda uji dengan jarak sengkang bulat dan sengkang dalam 9 cm, dimana terdapat total 15 buah grafik dan menunjukkan bahwa penggunaan sengkang bulat dan sengkang segi enam memiliki regangan rata-rata yang paling tinggi, yaitu sekitar 0.0073. Penambahan sengkang bulat dan sengkang dengan jarak 9 cm juga dapat meningkatkan kekuatan tekan pipa beton, walaupun hasilnya tidak konsisten.



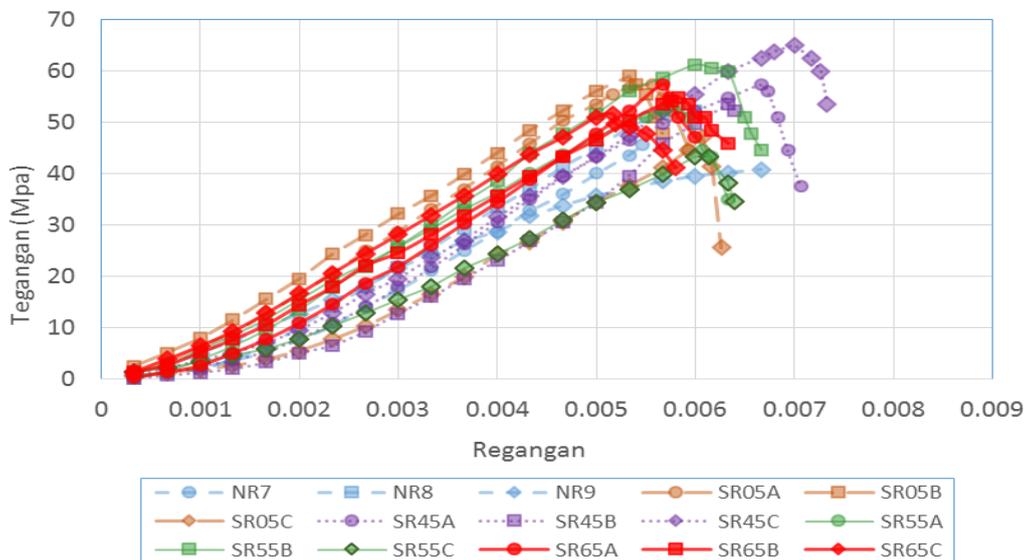
Gambar 6. Grafik Tegangan-Regangan Benda Uji dengan Sengkang Bulat dan Sengkang dalam Jarak 9 cm

Pada Gambar 7 dilihat bahwa penambahan sengkang bundar dan sengkang dapat meningkatkan regangan. Regangan rata-rata yang paling besar adalah 0.00736 dengan menambahkan benda uji berupa sengkang bulat dan sengkang segi lima. Penambahan dengan sengkang segi enam justru menyebabkan tegangan rata-rata menurun, hal ini mungkin disebabkan dengan sengkang segi enam terlalu padat jika dipasang dengan jarak 7 cm.



**Gambar 7. Grafik Tegangan-Regangan Benda Uji dengan Sengkang Bulat dan Sengkang dalam Jarak 7 cm**

Pada **Gambar 8** dilihat bahwa penambahan sengkang bundar dan sengkang dapat meningkatkan regangan. Regangan rata-rata yang paling besar adalah 0.007 dengan menambahkan benda uji berupa sengkang bulat dan sengkang segi empat. Penambahan dengan sengkang segi lima dan segi enam justru menyebabkan tegangan rata-rata menurun, hal ini mungkin disebabkan dengan sengkang segi lima dan segi enam terlalu padat jika dipasang dengan jarak 5.5 cm. Penambahan sengkang bulat dan sengkang dengan semua variasi, secara garis besar dapat meningkatkan kekuatan tekan hancur pipa beton, walaupun regangan tidak panjang.



**Gambar 8. Grafik Tegangan-Regangan Benda Uji dengan Sengkang Bulat dan Sengkang Jarak 5.5 cm**

Dari **Gambar 6** sampai **Gambar 8** dapat disimpulkan bahwa jika jarak sengkang bulat dan sengkang dalam 9 cm dapat digunakan sengkang segi enam untuk meningkatkan regangan. Pada sengkang bulat dan sengkang dalam jarak 7 cm, digunakan sengkang segi lima untuk meningkatkan regangan. Pada sengkang bulat dan sengkang dalam dengan jarak 5.5 cm dapat digunakan sengkang segi empat untuk meningkatkan regangan. Semakin pendek jarak sengkang bulat, maka semakin sedikit sisi sengkang yang diperlukan.

## 5. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilakukan, beberapa hal dapat disimpulkan, antara lain :

1. Pemberian sengkang luar (sengkang bulat) dan sengkang dalam (sengkang segi 4, 5, dan 6) dapat meningkatkan kekuatan tekan, walaupun hasilnya tidak konsisten.
2. Penambahan sengkang bulat dan sengkang dalam, tergantung dari jaraknya. Jika jarak sengkang bulat 9 cm maka penggunaan sengkang segi enam masih bagus. Jika jarak sengkang bulat 7 cm maka digunakan sengkang segi lima, dan jika jarak sengkang bulat 5.5 cm digunakan sengkang segi empat untuk meningkatkan daya dukung nya.
3. Pada jarak sengkang bulat yang paling rapat yaitu 5.5 cm digunakan sengkang segi empat, jika digunakan sengkang segi 6 malah menurunkan kekuatan tekan pipa beton. Hal ini mungkin disebabkan karena benda uji yang kecil dan tulangan terlalu padat (*crowded*)

### Saran

Dari hasil penelitian yang ada, sengkang segi enam tidak efektif untuk meningkatkan kekuatan tekan pipa beton, maka dari itu perlu adanya penelitian lanjut mengenai pipa beton selanjutnya, saran yang diberikan penulis untuk peneliti selanjutnya adalah :

1. Perlu adanya penggantian dimensi benda uji yang lebih besar, karena benda uji dengan ukuran diameter 15 cm, tinggi 30 cm, dan lubang 5 cm terlalu padat (*crowded*) bila diberi tulangan baja.
2. Perlu adanya penggunaan tulangan dengan ukuran diameter yang lebih besar.

## 6. DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standarisasi Nasional. (1990). *SNI 03-1974-1990 Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. BSN. Jakarta
- Budi, G.S., Suseno, P. K., Winata, S. K. (2017). "Spinning Induced Compression Strength of Precast Hollow Concrete Piles." *Civil Engineering Dimension*, Vol 19, No.2 , 99-104.
- Kintarman, Sutedja, S., Budi, G. S., Koentjoro, H. (2017). "Pengaruh Perkuatan Menggunakan Clamp pada Kekuatan Silinder Beton Berongga." *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, Vol 6, No 2.
- Pudjisuryadi, P., Suprobo, P., Tavio (2015). "Strength and Ductility of External Steel Collared Concrete Columns under Compressive Loading." *Journal of Asian Concrete Federation*, Vol 1, No 1, 47-56.
- Safitri, E., Imran, I., & Nuroji. (2017). "Concrete Strength Enhancement Due to External Steel Ring Confinement." *Procedia Engineering*, 171, 934–939.
- Sasmita, Y. N., Hutomo, S., Budi, G. S., Koentjoro, H. (2017). "Pengaruh Steel Fiber pada Kekuatan Tekan Pipa Beton." *Jurnal Dimensi Pratama teknik Sipil*, Vol 6, No 2.
- Tjandra, C., Prasetya, D.E., Budi, G.S., Koentjoro, H. (2017). "Pengaruh Polypropylene Fibres pada Kekuatan dan Modulus Elastisitas Silinder Beton Berlubang." *Jurnal Dimensi Pratama Teknik Sipil*, Vol 16, No 1.