PENGARUH POLYPROPYLENE FIBRES PADA KEKUATAN DAN MODULUS ELASTISITAS SILINDER BETON BERLUBANG

Christian Tjandra[1], Daniel Eka Prasetya[2], Gogot Setyo Budi[3], Hurijanto Koentjoro[4]

ABSTRAK : Beton dapat dimanfaatkan sebagai material struktur bangunan seperti pada balok, pelat, kolom, dan pondasi. Beton yang digunakan dalam pondasi dapat berbentuk kotak atau tiang *spun pile.* Pembuatan *spun pile* yang dilakukan di pabrik menggunakan metode *spinning* untuk proses pemadatan, sehingga kekuatan tekan kemungkinan tidak merata antara di bagian dalam dan bagian luar. Pada penelitian ini dipelajari pengaruh penambahan serat polypropylene dalam hal peningkatan kekuatan dan modulus elastisitas beton berlubang akibat dari proses pemadatan yang menggunakan metode *spinning*. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan sampel benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm yang pemadatannya menggunakan metode *spinning* sehingga silinder beton berongga pada bagian tengahnya sebesar 5 cm. Kadar serat polypropylene yang dimasukkan ke dalam campuran beton bervariasi yaitu 0,1%, 0,2%, dan 0,3% dari volume beton. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh kekuatan maupun modulus elastisitas yang signifikan pada sampel benda uji pada umur 7 hari. Sedangkan modulus elastisitas benda uji yang diuji pada umur 28 hari menunjukkan adanya kecenderungan peningkatan dengan bertambahnya kadar serat polypropylene. Benda uji yang ditambahkan serat polypropylene menunjukkan pola keruntuhan vertikal.

KATA KUNCI : beton, s*pun pile*, *spinning,* serat polypropylene, kekuatan tekan, modulus elastisitas beton.

1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Permasalahan

Jenis pondasi yang umum digunakan dalam proyek konstruksi adalah jenis pondasi *spun pile* karena jenis pondasi ini memiliki kuat tekan beton yang lebih besar dengan perbandingan volume yang lebih kecil jika dibandingkan dengan pondasi berbentuk kotak. Pembuatan *spun pile* dilakukan di pabrik dengan menggunakan metode *spinning* akibat gaya sentrifugal mesin sehingga kontrol terhadap kualitas mutu beton lebih terjamin. Produksi tiang *spun pile* yang menggunakan metode *spinning* untuk proses pemadatannya sehingga kekuatan tekan beton kemungkinan tidak merata antara di bagian dalam dan bagian luar. Penggunaan serat polypropylene untuk meningkatkan kekuatan dan modulus elastisitas beton pejal (tidak berlubang) telah banyak diteliti, dan hasilnya dapat meningkatkan kekuatan beton. Pada penelitian ini akan dipelajari pengaruh serat polypropylene terhadap kekuatan dan modulus elastisitas beton berlubang akibat dari proses pemadatan dengan metode *spinning*.

[1] *Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, chriztjan@gmail.com*
[1] *Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, danielekaprasetya@hotmail.com*
[1] *Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, gogot@peter.petra.ac.id*
[1] *Dosen Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Petra, hurianto@petra.ac.id*

1.2. Pemadatan dengan Metode *Centrifugal*

True centrifugal casting adalah suatu proses dimana pengecoran dilaksanakan dengan menggunakan cetakan silinder untuk menghasilkan produk cor berbentuk silinder dengan cara memutar cetakan. Akibat dari gaya *centrifugal* tersebut, benda coran akan terlempar menuju sisi dinding cetakan hingga padat, lalu dilakukan *curing* agar benda cor menjadi lebih sempurna (Tjitro dan Sugiharto, 2004). Pada proses pengecoran kedalam cetakan, adonan beton dituangkan melalui salah satu ujung cetakan, kedua ujung cetakan, atau sepanjang cetakan. Temperatur pengecoran juga mempengaruhi laju pemadatan, dan jumlah segregasi yang terjadi. Kecepatan putar yang terlalu rendah dapat mengakibatkan *sliding*, dan menghasilkan permukaan akhir yang kurang baik. Sedangkan kecepatan putar yang terlalu tinggi dapat menimbulkan getaran, dimana dapat menghasilkan segregasi melingkar (Wijaya, 2013).

1.3. Serat Polypropylene

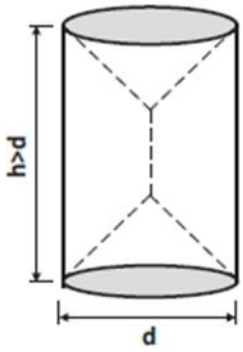
Serat polypropylene merupakan suatu jenis serat polimer yang mempunyai jaringan serabut tipis yang berbentuk jala dengan ukuran panjang antara 6 mm sampai 50 mm dan memiliki diameter 90 mikron. Serat polypropylene mempunyai sifat tahan terhadap serangan kimia, permukaannya kering sehingga mencegah terjadinya penggumpalan serat pada saat pengadukan. Serat ini mempunyai titik leleh 160˚C dan dapat digunakan pada suhu lebih dari 100˚C untuk jangka waktu pendek. Penambahan serat polypropylene pada beton akan meningkatkan kekuatan tekan dan tarik beton, mengurangi retak susut. Selain itu, serat polypropylene memiliki modulus elastisitas yang lebih rendah dari beton sehingga akan membuat beton menjadi lebih daktail. Beberapa kelemahan dari serat jenis ini yaitu jenis serat ini mudah terbakar; lemah terhadap sinar matahari dan oksigen (Adianto dan Joewono, 2006). Dalam penelitian ini digunakan serat polypropylene yang diproduksi oleh Sika. Jenis serat polypropylene yang digunakan dalam penelitian ini lebih ditujukan untuk mengurangi retak pada beton akibat *plastic and drying shrinkage*. Selain itu, serat polypropylene juga dapat meningkatkan kekuatan tekan dan modulus elasitistas pada beton tersebut. Untuk menjamin tercampurnya serat polypropylene secara merata, serat harus dicampur bersamaan dengan semen, pasir selama 5 menit sampai 10 menit, kemudian baru ditambahkan air dan kerikil.

Penelitian sejenis yang pernah dilakukan:

1. Ahmed et al (2006) menyatakan bahwa penggunaan serat polypropylene pada kadar yang rendah antara 0,18% - 0,4% meningkatkan kekuatan tekan beton umur 28 hari sekitar 5% dari keadaan awal. Benda uji yang digunakan adalah silinder pejal (solid) dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm.
2. Mohamed (2006) menyatakan bahwa peningkatan kekuatan tekan beton pejal secara maksimum tercapai dengan penggunaan serat polypropylene dengan kadar antara 0,25% - 0,5 %. Benda uji yang digunakan untuk uji kekuatan beton adalah kubus pejal dengan ukuran 10 x 10 x 10 cm. Untuk uji modulus elastisitas menggunakan balok ukuran 10 x 10 x 40 cm.
3. Sadiqul G.M., Gupta S.D. (2016) menyatakan bahwa penambahan serat polypropylene dengan kadar antara 0.1%-0.3% dapat mengurangi kekuatan tekan beton sebesar 2% - 10 %. Batas optimum tambahan serat fiber untuk *compressive strength* adalah 0.1% dari volume. Efek kenaikan maksimum untuk *tensile strength* (sebesar 39%) juga didapat dengan komposisi fiber 0.1% dari volume. Benda uji yang digunakan adalah kubus pejal dengan ukuran 15 x 15 x 15 cm.

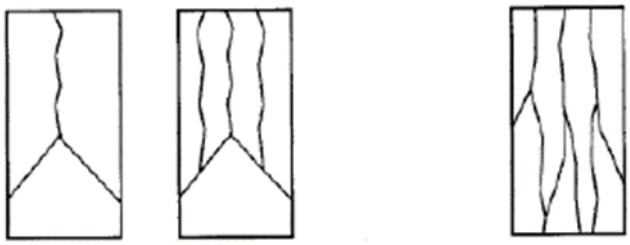
1.4. Pola Keruntuhan Benda Uji

Untuk keruntuhan benda uji silinder beton pejal (tidak berlubang) tanpa kadar serat polypropylene mempunyai pola keruntuhan yang berbeda dengan benda uji yang mengandung campuran serat polypropylene. Menurut Hamad (2015), silinder pejal memiliki pola keruntuhan seperti pada **Gambar 1.**



Gambar 1. Pola Keruntuhan Silinder Pejal

Karki (2011) menyatakan pada umumnya, silinder yang mengandung fiber memiliki pola keruntuhan vertical seperti pada **Gambar 2.** Pola runtuh tersebut terjadi karena adanya serat atau fiber dalam campuran beton yang memperkuat ikatan antar partikel dalam beton.



Gambar 2. Pola Keruntuhan Silinder Pejal yang Mengandung Serat

2. RANCANGAN PENELITIAN

2.1. Metode Penelitian

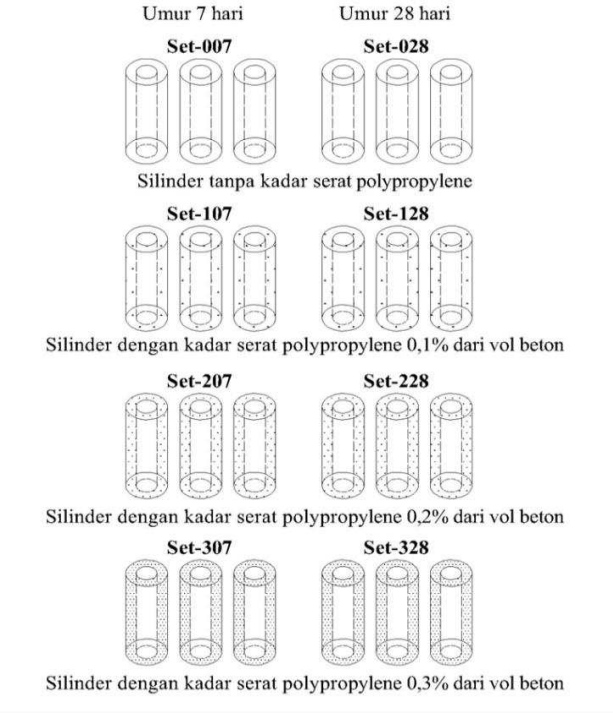
Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari pengaruh penambahan serat polypropylene pada silinder beton berlubang terhadap kuat tekan dan modulus elastisitas beton yang dipadatkan dengan metode *spinning*. Dalam penelitian dilakukan *mix design* dengan mutu beton K-500 dan dipadatkan dengan cara *spinning* untuk mendapatkan sampel benda uji. Semua sampel benda uji berbentuk silinder dengan ukuran lebar 15 cm dan tinggi 30 cm.

Pada penelitian ini dilakukan percobaan dengan beberapa macam sampel sebagai berikut:

1. Sample silinder tanpa kadar serat polypropylene (Set-007 dan Set-028).
2. Sample silinder dengan kadar serat polypropylene 0,1% dari volume beton (Set-107 dan Set-128).
3. Sample silinder dengan kadar serat polypropylene 0,2% dari volume beton (Set-207 dan Set-228).
4. Sample silinder dengan kadar serat polypropylene 0,3% dari volume beton (Set-307 dan Set-328).

Jumlah dan penamaan benda uji dipresentasikan pada **Gambar 3.**

Setiap benda uji silinder akan dibuat menjadi 3 buah untuk mendapatkan hasil percobaan yang lebih akurat. Setiap Set yang terdiri dari 3 *sample* merupakan 1 *batch mix design* beton. Uji karakteristik beton yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji kuat tekan dengan pencatatan deformasi untuk menghitung modulus elastisitas benda uji. Pada penelitian ini umur pengujian kuat tekan adalah umur 7 dan 28 hari. Total pengambilan *sample* yang dilakukan sebanyak 24 *sample* yaitu 12 *sample* untuk umur beton 7 hari dan 12 *sample* untuk umur beton 28 hari.



Gambar 3. Sampel Benda Uji Silinder

2.2. Proses Penelitian

Sebelum pembuatan benda uji dilaksanakan, dilakukan perencanaan *mix design* yang sesuai dengan spesifikasi beton K-500. Material yang dibutuhkan dalam *mix design* tersebut adalah pasir, semen, kerikil, air, dan serat polypropylene. Jenis material pasir yang dipakai adalah pasir lumajang dengan Gs sekitar 2,67, sedangkan jenis material semen yang digunakan adalah semen Gresik. Ukuran kerikil yang digunakan adalah 1 cm sampai 2 cm, atau sering dinamakan ukuran 1-2. Bahan *admixture* yang digunakan dalam penelitian ini adalah Consol N15 RCA jenis *plasticizer*. Semua material yang sudah ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam molen untuk membuat silinder beton benda uji. Bahan pertama yang harus dimasukkan ke dalam molen adalah serat polypropylene, pasir, dan semen. Material-material tersebut harus di campur selama antara 5 – 10 menit sesuai prosedur yang dianjurkan oleh produsen. Bahan yang dipersiapkan selanjutnya adalah Consol N15 RCA jenis *Plasticizer* yang dicampur dengan air lalu dimasukkan ke molen. Molen dibiarkan tetap berjalan beberapa menit hingga campuran merata dan siap untuk dilakukan *slump test*. Dengan cara pengerjaan yang sama didapatkan 8 set benda uji dengan masing-masing hasil *slump test* yang berbeda seperti dirangkum pada **Tabel 1.**

Tabel 1. Data Hasil *Slump Test*

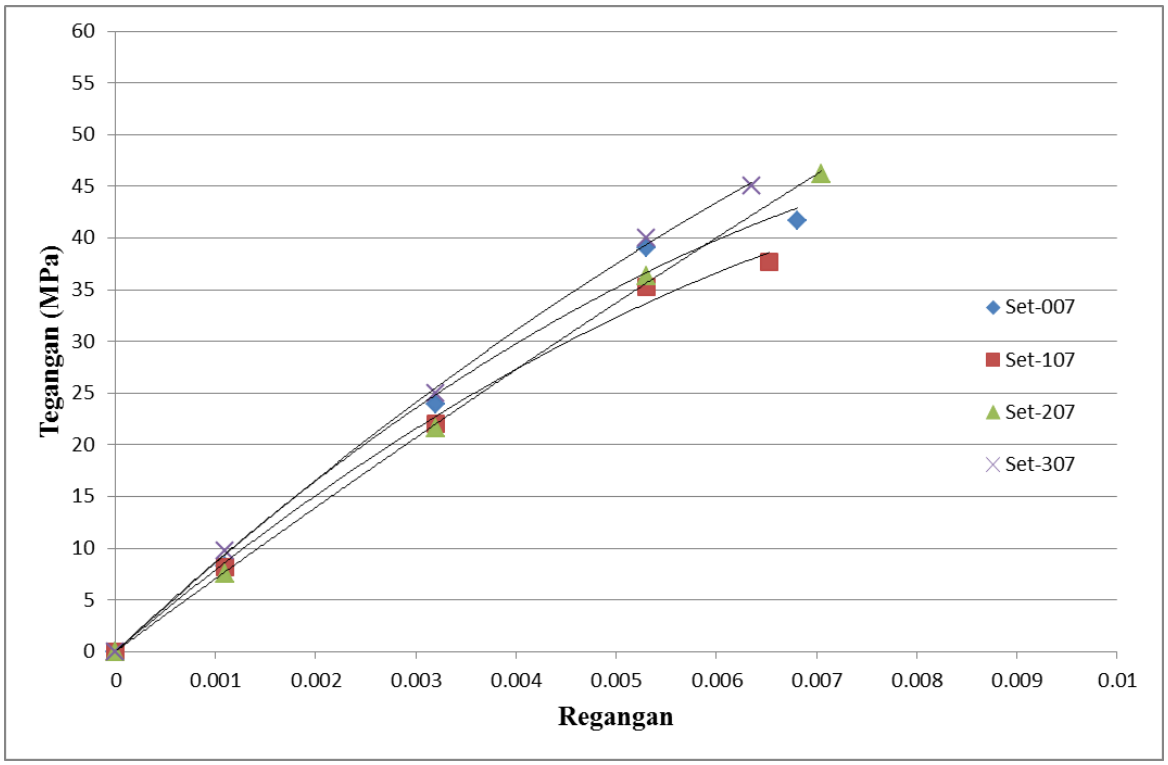
No	Set	Jumlah Air kg	Kadar Serat gr	*Admixtures* cc	Hasil *Slump Test* cm
1	Set-007	4,61	0	74	17
2	Set-028	4,51	0	74	14
3	Set-107	4,51	21	74	10
4	Set-128	4,51	21	74	10
5	Set-207	4,51	42	74	8
6	Set-228	4,51	42	74	8
7	Set-307	4,51	63	74	6
8	Set-328	4,51	63	74	5

Beton segar yang dihasilkan dari molen segera dimasukkan ke mesin *spinning* untuk dipadatkan. Proses *spinning* dilakukan dalam 3 tahap. Setiap tahapan mempunyai frekuensi putar dan lama durasi *spinning* yang berbeda. Pada tahap pertama, proses *spinning* dilakukan selama 3 menit dengan frekuensi putar 20 Hz. Pada tahap kedua, lama durasi *spinning* yaitu 4 menit dengan frekuensi putar 30 Hz. Pada tahap ketiga, lama durasi *spinning* yaitu 7 menit dengan frekuensi putar 45 Hz. Pelepasan cetakan dapat dilakukan setelah menunggu beton mengeras yaitu lebih dari 4 jam setelah proses *spinning*. Sampel silinder beton yang sudah dilepas dari cetakan segera dimasukkan ke kolam *curing* seperti yang terlihat pada **Gambar 4**. Setelah *curing* selama 7 hari dan 28 hari, setiap sampel silinder beton diuji tes kuat tekan.

Gambar 4. *Curing* Silinder Beton

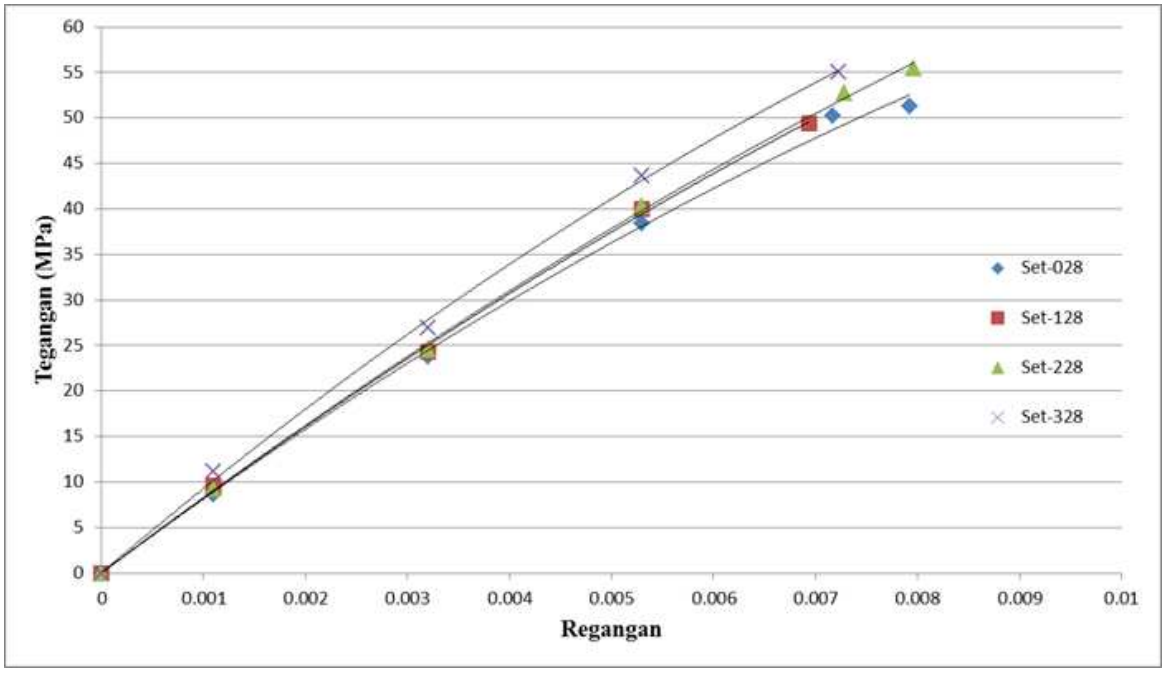
3. HASIL PENELITIAN

Berdasarkan data-data yang telah dianalisa dengan menggunakan regresi polinomial, didapatkan hasil berupa grafik seperti pada **Gambar 5.** untuk benda uji umur 7 hari dan **Gambar 6.** untuk benda uji umur 28 hari.



Gambar 5. Hubungan Tegangan dengan Regangan Benda Uji Umur 7 Hari

Secara umum dapat dilihat bahwa pengaruh serat polypropylene pada kekuatan tekan beton (σ) atau modulus elastisitas (E) sewaktu umur 7 hari tidak menunjukkan adanya *trend* (kecenderungan) perbedaan. Penambahan kadar serat polypropylene 0,1% dari volume beton justru menurunkan kekuatan tekan beton jika dibandingkan dengan tanpa penambahan serat polypropylene. Demikian pula untuk penambahan serat polypropylene pada beton yang diuji pada umur 28 hari tidak menunjukkan adanya pengaruh baik kekuatan tekan maupun modulus elastisitas yang berarti, seperti terlihat pada **Gambar 6.**



Gambar 6. Hubungan Tegangan dengan Regangan Benda Uji Umur 28 Hari

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisa yang telah didapatkan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Penambahan serat polypropylene 0,1% hingga 0,3% pada benda uji umur 7 hari (Set-007, Set-107, Set-207, Set-307) tidak menunjukkan pengaruh yang berarti terhadap kekuatan tekan dan modulus elastisitas beton berlubang.
2. Adanya kecenderungan peningkatan modulus elastisitas beton berlubang yang ditambah dengan serat polypropylene yang diuji pada umur 28 hari (Set-028, Set-128, Set-228, Set-328).
3. Benda uji yang ditambah dengan serat polypropylene menunjukkan pola keruntuhan / kerusakan vertical. Sedangkan pola keruntuhan benda uji tanpa penambahan serat polypropylene terlihat lebih merata (*crush*).

5. DAFTAR REFERENSI

Adianto,Y.L.D., Joewono,T.B. (2006). Penelitian Pendahuluan Hubungan Penambahan Serat Polymeric terhadap Karakteristik Beton Normal, *Dimensi Teknik Sipil,*8*,* 34-40.

Ahmed, Bukhari, Siddiqui, Qureshi. (2006). *A Study on Properties of Polypropylene Fiber Reinforced Concrete, 31st Conference on* ***Our World In Concrete & Structures****,* 1-10.

Hamad,A.J., (2015). Size and Shape Effect of Specimen on the Compressive Strength of HPLWFC Reinforced with Glass Fibre, *Journal of Engineering Sciences, King Saud University*.

Karki,N.B., (2011). *Flexural Behavior of Steel Fiber Reinforced Prestressed Concrete Beams and Double Punch Test for Fiber Reinforced Concrete*, The University of Texas, Arlington.

R. A. S., Mohamed. (2006). Effect of Polypropylene Fibers on The Mechanical Properties of Normal Concrete, *Journal of Engineering Sciences, Assiut University,*34, 1049-1059.

Sadiqul G.M., Gupta S.D. (2016). Evaluating Plastic Shrinkage and Permeability of Polypropylene Fiber Reinforced Concrete, *International Journal of Sustainable Built Environment,* 1-10.

Tjitro,S.,Sugiharto. (2014). Pengaruh Kecepatan Putar pada Proses Pengecoran Aluminium Centrifugal.*Jurnal Teknik Mesin,*1,1-7.

Wijaya,S.B. (2013). Pengaruh Kecepatan Putar Cetakan terhadap Porositas dan Fatigue pada Produk Silinder Pejal Berbahan Al-Mg-Si Hasil Pengecoran Setrifugal, *Konsentrasi Teknik Produksi.*