

Kuat Tekan Beton Serat Menggunakan Variasi Limbah Serat Pohon Pisang

Compressive strength of fiber concrete using variation waste fiber of banana tree .

Alek Sandra, Fadillawaty Saleh

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Abstrak. Beton serat merupakan beton normal yang dikembangkan secara khusus dengan menambahkan serat ke dalam campuran beton. Penambahan serat bertujuan untuk mencegah terjadinya retak akibat pembebanan, dan meningkatkan sifat mekanik pada beton, sehingga beton tahan terhadap gaya tekan, gaya tarik dan gaya lentur yang disebabkan oleh faktor cuaca, iklim dan temperatur yang biasanya terjadi pada beton yang memiliki permukaan luas. Penelitian ini menggunakan serat pohon pisang yang merupakan serat alami yang diperoleh dari bagian batang pohon pisang . Serat pohon pisang mudah ditemukan dan memiliki nilai yang ekonomis. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kuat tekan beton serat dengan bahan serat pohon pisang dengan presentase 0 %, 0,8 %, 1,6 %, dan 2,4% dari berat semen. Sedangkan untuk meningkatkan *workability* dan kuat tekan pada campuran beton serat digunakan *superplasticizer* jenis *sikament-nn* dengan presentase 1,5 % dari berat air dan *silica fume* dengan presentase 5% dari berat semen. Pengujian kuat tekan dilakukan pada usia beton 1, 3, 7, dan 28 hari. Berdasarkan hasil pengujian, nilai kuat tekan maksimal dari beton serat diperoleh pada benda uji dengan variasi serat pohon pisang 2,4% dengan nilai kuat tekan sebesar 26,59 MPa dan nilai kuat tekan maksimal dari beton tanpa serat atau beton normal yang digunakan sebagai acuan atau pembanding sebesar 28,60 MPa.

Kata kunci: beton serat, kuat tekan, serat alami.

Abstract. *Fiber concrete is a normal concrete that is specially developed by adding fiber to the concrete mixture. The addition of fiber aims to prevent the occurrence of cracks due to loading, and improve the mechanical properties of the concrete, so that the concrete is resistant to compressive forces, tensile forces and flexural forces caused by weather, climate and temperature factors that usually occur in concrete that has a wide surface. This study uses banana tree fiber which is a natural fiber obtained from the banana tree trunk. banana tree fiber is easy to find and has economic value. This study aims to analyze the compressive strength of fiber concrete with added ingredients of banana tree fibers with the percentage of 0%, 0.8%, 1.6%, and 2.4% of the amount of cement. Whereas to improve the workability and compressive strength in the fiber concrete mixture a sikament-nn superplasticizer was used with a percentage of 1.5% by amount of water and silica fume with a percentage of 5% by amount of cement. Compressive strength test is performed at the age of 1, 3, 7, and 28 days. Based on the test results, the maximum compressive strength of fiber concrete was obtained in specimens with a variation of banana tree fiber 2.4% with compressive strength is 26,59 MPa and the maximum compressive strength value of concrete without fiber or normal concrete used as a reference or comparison of 28,60 MPa.*

Keywords: fiber concrete, compressive strength, natural fiber.

1. Pendahuluan

Perkembangan pembangunan di Indonesia sebagai negara berkembang saat ini sangat pesat, baik pada pembangunan gedung maupun jalan mampu melakukan banyak perubahan dan menciptakan inovasi-inovasi baru. Perkembangan dalam bidang gedung dan infrastruktur ini berjalan dengan adanya bahan baku seperti kayu, baja, dan beton. Beton digunakan karena memiliki kekuatan yang baik terhadap tekan, tahan terhadap api, tahan terhadap korosi, dan bahan baku material yang mudah diperoleh. Beton juga memiliki

kelemahan yaitu harus menggunakan *vibrator* atau *compactor* untuk proses pematatannya agar rongga udara dalam campuran beton tidak mengurangi mutu beton. Bahan penyusun beton pada umumnya yaitu semen, agregat halus, agregat kasar, dan air. Namun seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, inovasi dalam bahan penyusun seperti penambahan serat pada campuran beton masih sedikit diaplikasikan.

Beton serat merupakan beton normal yang dikembangkan secara khusus dengan menambahkan serat ke dalam campuran beton. Penambahan serat pohon pisang bertujuan

untuk mencegah terjadinya retak akibat pembebanan, mengurangi panas hidrasi yang menyebabkan penyusutan dan meningkatkan sifat mekanik pada beton, sehingga beton tahan terhadap gaya tekan, gaya tarik dan gaya lentur yang disebabkan oleh faktor cuaca, iklim dan temperatur yang biasanya terjadi pada beton yang memiliki permukaan luas.

Rizqi, dkk. (2019) melakukan penelitian tentang penambahan serat pohon pisang sebagai pengganti agregat kasar pada beton. Serat pohon pisang yang digunakan dengan kadar presentase 0%, 1,5%, 2% dan 3%. Hasil kuat tekan beton terhadap presentase penambahan serat pohon pisang dengan kadar presentase 3% memiliki kuat tekan yang rendah dibandingkan yang lain. Pratiwi, dkk. (2016) melakukan penelitian tentang penambahan serat *fiber optic* dengan variasi 0,1%, 0,15%, dan 0,2% serta panjang 10 cm diambil dari berat beton. Widodo dan Basith, (2017) melakukan analisis kuat tekan beton dengan penambahan serat *rooving* pada beton non pasir terhadap kuat tekan. Penggunaan serat *rooving* dengan panjang 3cm dan persentase 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10% diambil dari berat semen.

Prahara, dkk. (2015) menganalisis pengaruh penggunaan serat serabut kelapa dalam presentase tertentu pada beton mutu tinggi. Penambahan serat serabut kelapa dengan presentase 1,5%, 2%, 2,5%, dan 3% dengan ukuran 5 cm sebagai bahan alternative pada beton mutu tinggi. Penambahan serat serabut kelapa dengan presentase 1,5% dapat meningkatkan kuat tekan beton dibandingkan dengan beton normal yang tidak menggunakan campuran serat serabut kelapa. Prayuda dan Pujianto, (2018) menganalisis kuat tekan beton mutu tinggi dengan bahan tambah *superplasticizier* dan limbah las karbit. Penelitian ini menganalisis kuat tekan beton pada umur 7, 14 dan 28 hari sebanyak 7 variasi dengan total 63 benda uji dengan silinder ukuran diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Variasi presentase penggunaan limbah las karbit sebesar 5%, 10%, dan 15%.

Ervianto, dkk. (2016) melakukan pengujian tentang kuat tekan beton mutu tinggi menggunakan bahan tambah abu terbang (*fly ash*) dan *zat adiktif (besmittel)*. Penambahan *fly ash* dengan presentase 5%, 7,5%, dan 10% dari berat semen dan penggunaan *zat additive*

sebesar 0,5% dari berat semen. Megasari dan Winayanti, (2017) melakukan penelitian tentang penggunaan *superplasticizier* sebagai bahan tambah (*admixture*) yang dapat menjaga kualitas dan kelecakan (*workability*) pada beton. *Superplasticizier* yang digunakan pada penelitian ini merupakan salah satu produk dari PT. Sika Indonesia yaitu *sikament-nn*. Persentase penambahan *sikament-nn* dengan kadar 0%, 0,3%, 0,8%, 1,3%, 1,8% dan 2,3%. Penggunaan *sikament-nn* dengan kadar 1,8% adalah variasi paling optimum dalam mencapai *workability* dan target kekuatan yang diharapkan.

Dewi, dkk. (2019) melakukan penelitian dengan menambahkan *superplasticizier* tipe *sikament-nn* dari PT. Sika Indonesia dengan kadar 0,25% sebagai perbandingan dengan beton normal. Hasil penelitian menggunakan bahan tambah *sikament-nn* dengan kadar 0,25% memiliki kekuatan tertinggi dibandingkan dengan beton normal tanpa penambahan *sikament-nn*. Sugiharto, dkk. (2019) melakukan penelitian tentang penggunaan *silica fume* sebagai bahan pengisi (*filler*) untuk meningkatkan durabilitas dan kekuatan tekan dari beton. Penambahan *silica fume* pada penelitian ini dengan kadar presentase 0%, 2%, dan 5% dari berat *total binder*. Penggunaan *silica fume* dengan kadar 2% adalah variasi paling optimum dalam mencapai *workability* dan target kekuatan yang diharapkan.

Yunfen, dkk. (2016) melakukan penelitian dengan menggunakan *silica fume* sebagai pengganti semen sebagian. Penggunaan *silica fume* dengan kadar presentase 8% pada penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan kuat tekan awal pada beton. Prayuda dan Saleh, (2019) melakukan penelitian dengan penggunaan *silica fume* sebagai bahan pengisi (*filler*) dan pengganti sebagian semen pada kuat tekan awal beton mutu tinggi. Penambahan *silica fume* pada penelitian ini dengan kadar presentase 0%, 3%, 6%, dan 10% dari berat semen. Penambahan *silica fume* dengan kadar 6% merupakan kadar yang paling optimum dalam mencapai target kuat tekan awal yang diharapkan.

Tujuan penelitian ini adalah mengkaji pengaruh variasi serat pohon pisang dengan persentase 0%, 0,8%, 1,6%, dan 2,4% sebagai pengganti sebagian semen, nilai kuat tekan

beton, dan mengamati perkembangan kuat tekan seiring dengan bertambahnya usia beton serat.

2. Metode Penelitian

Bahan

Agregat halus (pasir)

Agregat halus (pasir) yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Sungai Progo, Yogyakarta. Sifat-sifat mekanik pasir yang digunakan terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat mekanik agregat halus (pasir)

Jenis Pengujian	Satuan	Nilai
		Memenuhi standar (ASTM, 2014)
Gradasi Butiran	-	
Modulus Halus Butir	-	2,29
Kadar Air	%	3,98
Berat Jenis	-	2,602
Penyerapan Air	%	2,669
Berat Satuan	gr/cm ³	1,327
Kadar Lumpur	%	4,8

Agregat kasar (kerikil)

Agregat kasar (kerikil) yang digunakan berasal dari Clereng, Kulon Progo dengan ukuran maksimal sebesar 12,5 mm. Sifat-sifat mekanik kerikil yang digunakan terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2 Sifat mekanik agregat kasar (kerikil)

Jenis Pengujian	Satuan	Nilai
Berat Jenis	-	2,632
Penyerapan Air	%	1,767
Berat Satuan	gr/cm ³	1,348
Kadar Air	%	2,17
Kadar Lumpur	%	1,684
Keausan	%	21

Semen

Semen yang digunakan dalam penelitian ini yaitu semen bima ppc. Semen ini dapat digunakan untuk aplikasi konstruksi umum seperti rumah, jalan raya, dan pekerjaan beton.

Air

Air yang digunakan pada penelitian ini yaitu air dari Laboratorium struktur dan bahan konstruksi, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

Silica fume

Silica fume yang digunakan pada penelitian ini yaitu *silica fume* dari PT.

Sika Indonesia yang mengandung senyawa silica dan alumina.

Superplasticizer

Superplasticizer yang digunakan pada penelitian ini yaitu berupa *Sikament-nn* dari PT. Sika Indonesia yang berfungsi untuk mengurangi penggunaan air dan mempercepat pengerasan beton sesuai dengan ASTM C494-92 type F.

Serat

Serat yang digunakan berupa serat pohon pisang yang dipotong per 5 cm dengan diameter 1 mm. Serat pohon pisang digunakan dengan kadar 0%, 0,8%, 1,6%, dan 2,4% dari berat semen.

Alat

Alat uji *fresh properties*

Alat uji *fresh properties* terdiri dari *slump test* dan *slump loss* untuk menguji *workability* beton.

Concrete Mixer

Concrete Mixer digunakan untuk mencampur bahan-bahan dalam pembuatan beton serat.

Cetakan beton

Cetakan beton yang digunakan berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.

Mesin uji tekan

Mesin yang digunakan untuk uji tekan yaitu menggunakan *Universal Compression Tester Machine* dengan kapasitas 4000 kN yang terhubung dengan computer.

Prosedur Pengujian

Pengujian sifat fisik dan mekanik agregat

Pemeriksaan sifat fisik dan mekanik dari material yang digunakan bertujuan untuk mengetahui kelayakan dari material penyusun campuran beton yang akan digunakan

Mix design

Mix design yang digunakan pada penelitian ini menggunakan kuat tekan rencana 70 MPa dengan nilai *fas* 0,27 dan mengacu pada standar (ACI *Committee*, 2008). Persentase serat pohon pisang yang digunakan yaitu 0%, 0,8%, 1,6% dan 2,4% dari berat semen. Tabel 3 menampilkan *mix design* beton serat per m³.

Tabel 3 *Mix design* per m³

Material	Persentase Serat Pohon Pisang
----------	-------------------------------

	0%	0,8%	1,6%	2,4%
Semen (kg/m ³)	59,60	59,60	59,60	59,60
Pasir (kg/m ³)	20,44	20,44	20,44	20,44
Kerikil (kg/m ³)	65,32	65,32	65,32	65,32
Air (liter/m ³)	46,41	46,41	46,41	46,41
<i>Silica fume</i> (kg/m ³)	3,12	3,12	3,12	3,12
Serat pohon pisang ((kg/m ³)	0	0,434	0,867	1,3
<i>Superplasticizier</i> (liter/m ³)	0,894	0,894	0,894	0,894

Metode Pencampuran beton

Metode pencampuran bahan dilakukan dengan pencampuran bahan halus seperti semen, *silica fume*, dan agregat halus (Pasir) kedalam *concrete mixer* dan diikuti penambahan agregat kasar kemudian diaduk merata. Air dan *superplasticizier* ditambahkan bertahap hingga campuran homogeny. Serat pohon pisang ditambahkan sedikit-demi sedikit, tiap penambahan serat pada campuran, *concrete mixer* diputar 1 kali sampai 2 kali untuk meratakan seratnya. Pencampuran yang terlalu lama saat diberi serat akan menimbulkan penggumpalan serat pada campuran beton.

Pengujian *fresh properties* beton

Untuk mengetahui karakteristik pada beton serat maka perlu dilakukan pemeriksaan *fresh properties* untuk memperoleh nilai *workability* nya, dengan metode *slump test* dan *slump loss*.

Pengujian kuat tekan beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur beton 1, 3, 7, dan 28 hari. Gambar 1 merupakan penempatan benda uji pada mesin kuat tekan menggunakan plat baja yang berfungsi untuk mendistribusikan beban tekan ke seluruh permukaan beton.



Gambar 1 Penempatan benda uji pada mesin uji tekan

Analisis data

Pengujian kuat tekan beton dilakukan dengan memberi gaya tekan pada permukaan silinder yang menyebabkan kuat tekan. Cara

perhitungan kuat tekan beton dapat dilihat pada persamaan 1.

$$\text{Kuat tekan beton } (F_c') = \frac{P}{A} \text{ kg/cm}^2 \dots\dots(1)$$

dengan:

f_c' = kuat tekan beton (MPa atau N/mm²)

P = gaya tekan aksial (kg)

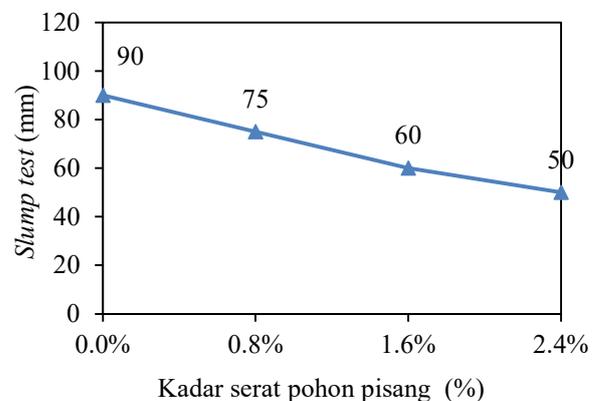
A = luas penampang melintang (cm²)

3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian *fresh properties* beton

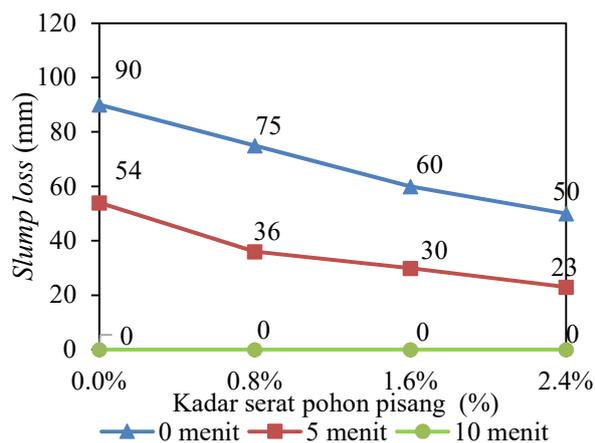
Pengujian sifat segar beton dilakukan pada setiap variasi serat pohon pisang yang digunakan, hasil pengujian *slump test* dan *slump loss* dengan standar nilai *fresh properties* mengacu pada persyaratan yang telah ditentukan oleh (ACI Committee 211, 2008).

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan hasil pengujian *slump test* beton serat dengan variasi serat pohon pisang 0%, 0,8%, 1,6% dan 2,4%. Berdasarkan gambar tersebut dapat disimpulkan bahwa beton serat dengan variasi serat pohon pisang 0,8%, 1,6%, dan 2,4% telah memenuhi standar pengujian *slump test* sebesar 50 – 70 mm yang ditetapkan (ACI Committee 212, 2008), kecuali pada campuran dengan kadar serat pohon pisang 0% tidak memenuhi standar pengujian.



Gambar 2 Hubungan hasil *slump test* dan kadar serat pohon pisang

Berdasarkan hasil pengujian *slump loss* pada Gambar 3, diketahui bahwa kadar variasi serat pohon pisang 0%, 0,8%, 1,6%, dan 2,4% diperoleh hasil uji *slump loss* seperti pada gambar. Dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi persentase serat pohon pisang, maka campuran akan semakin kental yang berdampak pada kuat tekan beton menjadi berkurang.



Gambar 3 Hubungan hasil *slump loss* dan kadar serat pohon pisang

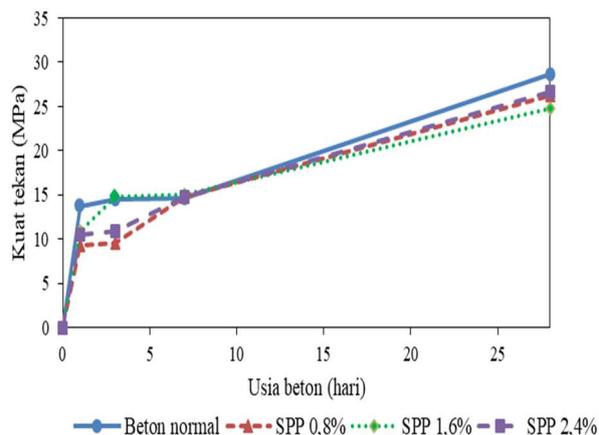
Pengujian Kuat Tekan Beton

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 1, 3, 7, dan 28 hari dengan benda uji silinder diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Hasil pengujian ditampilkan pada Tabel 4.

Tabel 4 Hasil uji kuat tekan beton serat

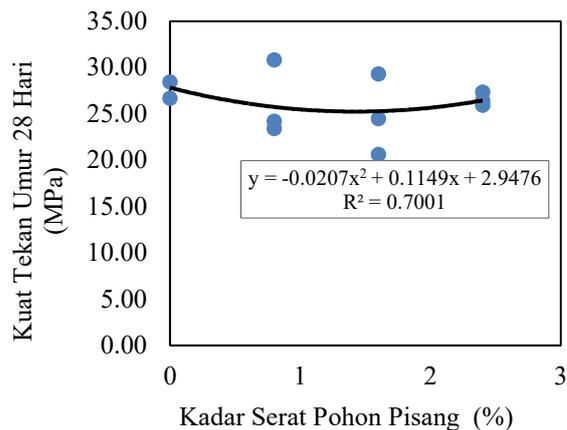
Kode	Kuat tekan (MPa)			
	1 hari	3 hari	7 hari	28 hari
N	13,76	14,49	14,58	28,6
SPP0,8%	9,35	13,78	14,82	26,19
SPP1,6%	10,92	14,78	15,06	24,83
SPP2,4%	10,46	10,94	14,78	26,59

Gambar 4 menunjukkan kuat tekan meningkat seiring dengan bertambahnya usia beton, nilai kuat tekan optimum ditunjukkan pada persentase serat pohon pisang 0%.



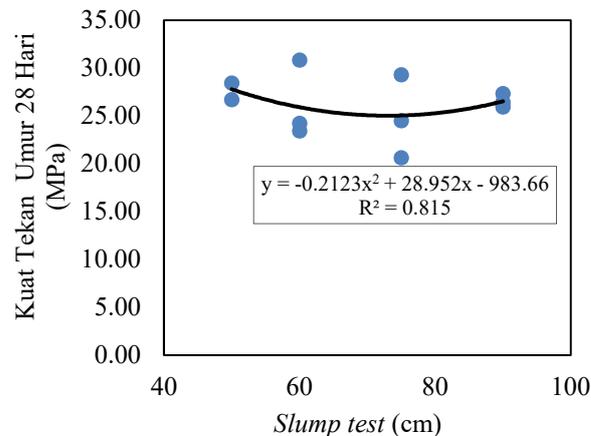
Gambar 4 Hubungan kuat tekan dan usia beton

Berdasarkan persamaan $y = -0,0107x^2 + 0,1149x + 2,9476$ pada Gambar 5 diperoleh nilai kuat tekan optimum dengan persentase serat pohon pisang sebanyak 2,4% dengan nilai kuat tekan sebesar 26,59 MPa.



Gambar 5 Hubungan kuat tekan umur 28 hari dengan kadar serat pohon pisang

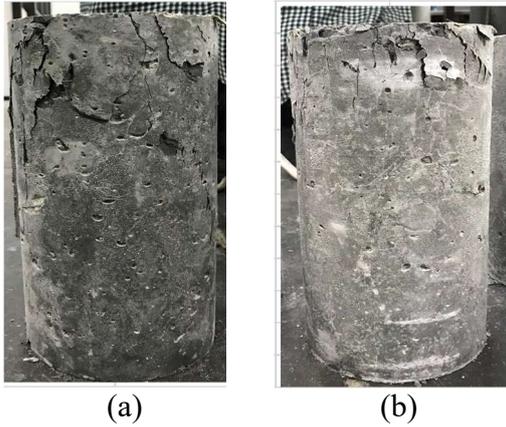
Berdasarkan persamaan $y = -0,2209x^2 + 30,213x - 1029,4$ pada Gambar 6 diperoleh nilai kuat tekan optimum dapat dicapai pada nilai *slump test* 50 mm dengan kuat tekan sebesar 26,59 MPa dan dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tekan bertambah hingga pada nilai *slump test* sebesar 50 mm dan kemudian ketika nilai *slump test* semakin besar maka kuat tekan semakin menurun.



Gambar 6 Hubungan kuat tekan umur 28 hari dan *slump test*

Kondisi fisik benda uji setelah diuji tekan

Benda uji beton normal tanpa kandungan serat pohon pisang dan *silica fume* mengalami kerusakan pada seluruh bagian beton setelah dilakukan uji tekan, tidak adanya serat menjadikan beton ini getas dan tidak mampu menahan gaya tekan Gambar 7 (a). Sedangkan benda uji dengan kandungan serat pohon pisang dan *silica fume* hanya mengalami kerusakan pada bagian permukaan yang terkena beban secara langsung seperti pada Gambar 7 (b).



Gambar 7 Kondisi fisik benda uji: (a) beton normal dan (b) beton serat

Pengaruh umur terhadap kuat tekan beton

Seiring bertambahnya usia beton, nilai kuat tekan beton serat yang mengandung serat pohon pisang mengalami peningkatan. Nilai kuat tekan beton normal digunakan sebagai acuan.

Pengaruh variasi serat pohon pisang terhadap kuat tekan beton

Penambahan serat pohon pisang yang bertujuan untuk mencegah terjadinya retak akibat pembebanan dan meningkatkan sifat mekanik pada beton. Penggunaan serat pohon pisang pada kadar yang tinggi berdampak pada nilai kuat tekan beton yang mengalami penurunan, hal ini disebabkan karena sifat serat pohon pisang yang dapat menyerap air sehingga kandungan air dalam beton berkurang.

Pengaruh nilai slump test terhadap kuat tekan beton

Berdasarkan hasil pengujian *fresh properties*, menunjukkan bahwa beton normal memiliki nilai *slump test* yang lebih rendah dibandingkan dengan beton yang ditambah variasi serat pohon pisang. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase serat pohon pisang, maka campuran beton akan semakin kental yang berdampak pada penyebaran beton menjadi kurang baik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya tentang beton serat dengan bahan tambah serat pohon pisang dengan persentase (0%, 0,8%, 1,6%, dan 2,4%) sebagai bahan pengganti semen, dapat disimpulkan sebagai berikut ini.

1. Penggunaan variasi serat pohon pisang dengan persentase 2,4% meningkatkan kuat tekan pada usia 1, 3, 7, dan 28 hari. Nilai kuat tekan beton optimum pada usia 28 hari dicapai pada persentase 2,4% yaitu sebesar 26,59 MPa. Penggunaan persentase kurang dari 2,4% masih belum meningkatkan kuat tekan beton.
2. Hasil kuat tekan beton tanpa bahan tambah serat pohon pisang atau beton normal digunakan sebagai acuan/pembanding. Hasil kuat tekan beton normal mengalami peningkatan pada umur 1, 3, 7, dan 28 hari, dengan nilai tertinggi berada pada umur beton 28 hari yaitu 28,60 MPa.
3. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, kuat tekan beton normal hasilnya lebih tinggi dibandingkan dengan kuat tekan beton serat menggunakan variasi serat pohon pisang sebagai pengganti sebagian semen. Nilai kuat tekan tertinggi pada penggunaan serat pohon pisang 2,4% sebesar 26,59 MPa.

5. Daftar Pustaka

- ACI Committee 211., 2008, Guide For Selecting Proportions for High Strength Concrete Using Portland Cement and Other Cementitious Materials, Farmington Hills: American Concrete Institute.
- Dewi, S.H., Mildawati, R. dan Perdana, T., 2019, Benefits of Adding Corn Stalk Ash as a Substitution of Some Cement Against of Compressive Strength Concrete, *Journal of Geoscience*, 4(2), 208-216.
- Ervianto, M., Saleh, F., dan Prayuda, H., 2016, Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi menggunakan Bahan Tambah Abu Terbang (Fly Ash) dan Zat Adiktif (Besmittel). *Sinergi*, 20, 199-206.
- Maleque, M.A., Belal, F.Y. dan Sapuan. S.M., 2006, Mechanical Properties Study of Pseudo-Stem Banana Fiber Reinforced Epoxy Composite, *The Arabian Journal for Science and Engineering*, 32(2), 8.
- Megasari, S.W. dan Winayanti., 2017, Analisis Pengaruh Penambahan Sikament-NN terhadap Karakteristik Beton, *Jurnal Teknik Sipil Siklus*, 3(2), 117-128.
- Mulyono, T. 2004, Teknologi Beton, Yogyakarta: Penerbit Andi.

- Prahara, E., Liong, G.T. dan Rachmansyah., 2015, Analisis Pengaruh Penggunaan Serat Serabut Kelapa dalam Presentase Tertentu pada Beton Mutu Tinggi, *Comtech*, 6(2), 208-214.
- Pratiwi, S., Prayuda, H. dan Saleh, F., 2016, Kuat Tekan Beton Serat Menggunakan Variasi Fibre Optic dan Pecahan Kaca, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 19(1), 55-67.
- Prayuda, H. dan Pujiyanto, A., 2018, Analisis Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Bahan Tambah Superplasticizier dan Limbah Las Karbit, *Jurnal Rekayasa Sipil*, 12(1), 32-38.
- Prayuda, H. dan Pujiyanto, A., 2018, Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi Menggunakan Komparasi Agregat Gamalama, Agregat Merapi, dan Agregat Kali Progo, *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*, 12(1), 1-10, 28.
- Prayuda, H. dan Saleh, F., 2019, Kuat Tekan Beton Awal Tinggi dengan Variasi Penambahan Superplasticizier dan Silica Fume, *Media Teknik Sipil*, 17(1), 36-43.
- Rizqi, M., Suyoso, H. dan Hayu, A., 2018, The Effect of Addition of Banana Tree Bark for Compressive Strength and Crack Tensile Strength of Rice Husk Ash Concrete, *MATEC Web of Conferences*, 195.
- Soebandono, B., Pujiyanto, A. dan Kurniawan, D., 2013, Perilaku Kuat Tekan dan Kuat Tarik Beton Campuran Limbah Plastik, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, 16(1), 76-82.
- Sugiharto, H., Gunawan, T. dan Muntu, Y., 2006, Penelitian Mengenai Peningkatan Kekuatan Awal Beton pada Self Compacting Concrete, *Civil Engineering Dimension*, 8(2), 87-92.
- Widodo, A. dan Basith, M.A., 2017, Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Penambahan Serat Rooving Pada Beton Non Pasir, *Jurnal Teknik Sipil & Perencanaan*, 19(2), 115-120.
- Yunfen, H., Wubao, S., Xiaodong, P. dan Nan, X., 2016, Comparison of Effect of Metakaolin and Silica Fume on Fly Ash Concrete Performance, *MATEC Web of Conferences*, 67.