

NASKAH SEMINAR
PENGARUH PENAMBAHAN PECAHAN KACA PADA VARIASI 15%, 20% DAN 25%
SEBAGAI PENGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS DAN PENAMBAHAN SERAT
FIBER OPTIK 0,15% TERHADAP KUAT TEKAN BETON SERAT¹

Muhammad Nur Ikhsan², Fadillahwaty Saleh³

ABSTRAK

Beton serat merupakan inovasi dari beton normal menjadi beton khusus, penyusun beton serat ialah semen, air agregat halus, agregat kasar dan serat. Serat yang digunakan dapat berupa serat dari tumbuhan (jerami, bambu dan ijuk), serat plastik, potongan kawat baja. Dengan adanya penambahan serat pada pencampuran beton dapat mengurangi terjadinya segregasi, serat juga berfungsi untuk mencegah adanya retakan pada beton. Beton serat juga memiliki sifat lebih tahan akan benturan dan lenturan. Pada penelitian ini serat yang digunakan ialah serat fiber optik. Selain menggunakan serat fiber optik penelitian ini menambahkan pecahan kaca sebagai bahan pengganti agregat halus. Pada penelitian ini dilakukan penambahan pecahan kaca dengan variasi 15%; 20% dan 25% dari berat agregat halus serta penambahan serat fiber optik sebesar 0,15% dari berat beton. Benda uji yang digunakan adalah silinder dengan ukuran diameter 15 cm dan tingginya 30 cm dengan uji kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari. Kuat tekan rata-rata maksimum didapat pada variasi penambahan pecahan kaca 25% dengan nilai kuat tekan sebesar 25,77 MPa. Nilai kuat tekan pada variasi penambahan pecahan kaca 15% dan 20% masing-masing sebesar 24,94 MPa dan 25,48 MPa. Modulus elastisitas setiap variasi penambahan pecahan kaca 15%; 20% dan 25% masing-masing sebesar 23471,8 MPa, 23724,5 MPa dan 23859,2 MPa. Persentase peningkatan kuat tekan rata-rata pada variasi 15% dan 20% sebesar 2,17% sedangkan pada variasi 20% dan 25% mengalami penurunan sebesar 1,14%.

Kata kunci: beton serat, pecahan kaca, serat fiber optik, kuat tekan, modulus elastisitas

¹ Disampaikan pada seminar tugas akhir,

² 20120110256 Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

³ Dosen Pembimbing I Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

A. Pendahuluan

1. Latar Belakang

Beton serat merupakan inovasi dari beton normal menjadi beton khusus, penyusun beton serat ialah semen, air agregat halus, agregat kasar dan serat. Serat yang digunakan dapat berupa serat dari tumbuhan (jerami, bambu dan ijuk), serat plastik, potongan kawat baja. Dengan adanya penambahan serat pada pencampuran beton dapat mengurangi terjadinya segregasi, serat juga berfungsi untuk mencegah adanya retakan pada beton. Beton serat juga memiliki sifat lebih tahan akan benturan dan lenturan.

Inovasi terhadap beton serat saat ini sudah banyak diaplikasikan di lapangan. Dalam pengerjaan beton serat sedikit lebih sulit dibandingkan dengan beton normal, namun beton serat memiliki banyak kelebihan daripada kelemahannya. Adapun serat yang banyak digunakan sebagai bahan campuran beton serat saat ini ialah sabut kelapa, ijuk, serat plastik, serat asbes ataupun potongan kawat baja. Dengan majunya teknologi saat ini, bahan campuran dalam

pembuatan beton serat tidak hanya menggunakan sabut kelapa, ijuk, serat plastik ataupun potongan kawat. Serat-serat lainnya bisa digunakan seperti serat bambu, serat *nylon*, serat tandan kelapa sawit, *fiber glass*, maupun serat fiber optik. Penelitian ini menggunakan serat fiber optik sebagai bahan campuran beton serat.

Selain menggunakan serat fiber optik penelitian ini juga menggunakan pecahan kaca sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus. Penggunaan pecahan kaca dalam penelitian ini dikarenakan banyaknya limbah kaca yang terbuang dan untuk mengurangi penggunaan pasir. Kaca memiliki sifat yang tahan terhadap cuaca ataupun serangan zat kimia yang baik, karena kaca memiliki silika yang cukup tinggi. Pada pengujian ini beton dibuat sama seperti pembuatan beton konvensional pada umumnya. Benda uji dibuat berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 18 buah untuk 3 variasi, variasi yang digunakan ialah 15%, 20% dan 25% dengan adanya variasi kaca tersebut dapat mengetahui proporsi penambahan

pecahan kaca sebagai bahan pengganti agregat halus yang baik. Kaca merupakan limbah yang dihasilkan dari kegiatan industri dan rumah tangga yang tidak bisa terurai, apabila jumlahnya terlalu banyak maka akan merusak lingkungan. Namun limbah kaca dapat dimanfaatkan kembali salah satu sebagai bahan pengisi pada beton, karena kaca memiliki ketahanan terhadap cuaca dan serangan zat kimia yang baik. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui jumlah proporsi pecahan kaca yang digunakan dalam pembuatan beton serat dalam menghasilkan kuat tekan beton optimal, mengetahui pengaruh penambahan pecahan kaca pada variasi 15%; 20% dan 25% terhadap kuat tekan beton serat dan mengetahui peningkatan atau penurunan akibat penambahan pecahan kaca dengan variasi 15%; 20% dan 25% pada kuat tekan beton serat.

B. Tinjauan Pustaka

1. Beton serat

Gunawan dkk (2014) mencampur serat *nylon* pada beton ringan dengan teknologi *foam* terhadap kuat tekan, kuat tarik, dan modulus elastisitas. Penambahan serat *nylon* dilakukan berdasarkan berat volume beton dengan variasi 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75% dan 1%. Jumlah benda uji yang dibuat sebanyak 4 sampel per variasi. Semakin banyak penambahan serat *nylon* semakin tinggi nilai kuat tekan dan modulus elastisitasnya, namun nilai kuat tarik belah tertinggi terdapat pada penambahan serat *nylon* sebesar 0,5%. Nilai kuat tekan pada setiap variasi 0%; 0,25%; 0,5%; 0,75% dan 1% masing-masing sebesar 13,56 MPa, 14,33 MPa, 15,46 MPa, 16 MPa dan 18,23 MPa.

Gurning (2013) melakukan pengujian pembuatan beton serat tandan kosong kelapa sawit, dengan variasi tandan kosong kelapa sawit 0%; 2%; 4%; 6%; dan 10%. Dari beberapa campuran variasi yang dilakukan kuat tekan beton tertinggi terdapat pada penambahan tandan kosong kelapa sawit 6% dengan nilai kuat tekan 4,85 N/mm².

2. Penambahan pecahan kaca

Fikriansyah dan Tanzil (2013) mengkaji pengaruh sulfat terhadap kuat tekan beton dengan variasi bubuk kaca substitusi sebagian semen dengan *w/c* 0,6 dan 0,65. Variasi serbuk kaca yang digunakan yaitu 0%; 5%; 10%; 15% dan 20%, dengan faktor air semen sebesar 0,6 dan 0,65. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur beton 7 hari, 21 hari dan 28 hari. Selain direndam dengan air biasa beton juga direndam kedalam

larutan sulfat 5%. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh sulfat pada beton. Nilai kuat tekan yang tertinggi terdapat pada beton dengan tambahan serbuk kaca sebesar 5% baik yang direndam dengan air biasa maupun dengan larutan sulfat 5%.

Kosim dan Hasan (2014) meneliti tentang beton yang dicampur dengan serbuk kaca sebagai pengganti agregat halus. Variasi serbuk kaca yang digunakan yaitu 0%; 25%; 50%; 75%; 100%, pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Pada tambahan 25% serbuk kaca kuat tekan meningkat dibandingkan pada variasi yang lain. Namun hal ini hanya terjadi pada beton yang berumur 14 hari dan 28 hari, sedangkan beton yang berumur 3 hari dan 7 hari kuat tekan tertinggi terdapat pada 100% dan 75%.

Karwur dkk (2013) mengkaji kuat tekan beton dengan bahan tambah serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen. Serbuk kaca yang digunakan lolos saringan No.200 dengan variasi serbuk kaca 0%; 6%; 8%; 10%; 12%; 15%. Penambahan serbuk kaca dilakukan berdasarkan berat semen, pengujian kuat tekan beton dilakukan pada 7 hari, 14 hari dan 28 hari. Ukuran benda uji yang digunakan 10 cm × 20 cm, benda uji dibuat sebanyak 12 setiap masing-masing umur beton. Nilai kuat tekan maksimum pada umur 7 hari dan 14 hari terdapat pada penambah serbuk kaca 0%, masing-masing nilai kuat tekan adalah 16,87 MPa dan 25,84 MPa. Sedangkan kuat tekan beton maksimum pada umur 28 hari terdapat pada penambahan serbuk kaca sebesar 10% yaitu 31,07 MPa.

C. Landasan Teori

1. Definisi Beton Serat

Beton serat (*fiber concrete*) ialah bagian komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat (Tjokrodinuljo, 2007). Serat yang biasa digunakan berupa batang-batang dengan diameter 5-500 μ m, dengan panjang sekitar 25-100 mm. Bahan serat dapat berupa serat asbestos, serat tumbuh-tumbuhan (jerami, ijuk, bambu), serat plastik (*polypropylene*) atau potongan kawat baja.

2. Material Penyusun

a) Semen

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi

dua yaitu semen non hidrolis dengan semen hidrolis.

Semen non hidrolis ialah semen yang tidak dapat mengikat dan mengeras dengan air, tetapi dapat mengeras menggunakan udara. Contoh dari semen non hidrolis yaitu kapur. Sedangkan semen hidrolis ialah semen yang dapat mengikat dan mengeras dengan air. Contoh semen hidrolis antara lain kapur hidrolis, semen *pozzolan*, semen terak, semen alam, semen portland, semen Portland *pozzolan*, semen Portland terak tanur tinggi, semen alumina dan semen ekspansif. (Mulyono. 2004)

Semen *portland* adalah sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya (Mulyono. 2004).

b) Agregat

Agregat adalah butiran mineral yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran beton. Agregat menempati 70% volume mortar atau beton. Dari ukuran butiran agregat dibedakan menjadi dua yaitu ukuran butir besar atau disebut agregat kasar dan ukuran butir kecil atau disebut agregat halus (Tjokrodinuljo 2007). Agregat harus bersih dari kotoran yang terlihat oleh mata. Kandungan kadar lumpur pada agregat kasar tidak boleh lebih dari 1%. Pada agregat halus kandungan lumpur tidak boleh lebih dari 5%. Jika kandungan lumpur nya berlebih dari syarat yang ada maka agregat harus dicuci terlebih dahulu. Pemilihan agregat yang digunakan yaitu agregat yang keadaan jenuh kering muka.

c) Air

Air merupakan salah satu bahan dasar penyusun beton yang berguna untuk bereaksi dengan semen portland agar membentuk pasta yang berfungsi untuk mengikat agregat. Air juga berfungsi sebagai pelumas agar adukan beton mudah untuk dikerjakan. Air yang digunakan dalam pembuatan beton tidak boleh terlalu banyak karena jika semakin banyak menggunakan air maka kuat tekan beton akan menurun.

d) Serat Fiber Optik

Serat optik adalah saluran transmisi atau sejenis kabel yang terbuat dari kaca atau plastik yang sangat halus dan lebih kecil dari sehelai

rambut, dan dapat digunakan untuk mentransmisikan sinyal cahaya dari suatu tempat ke tempat lain.

e) Pecahan Kaca

Pecahan kaca merupakan limbah yang terdapat pada industri dan rumah tangga. Kaca biasanya digunakan sebagai dinding, hiasan, lemari dan sebagainya. Pada penelitian ini penulis menggunakan pecahan kaca sebagai pengganti agregat halus. Kaca memiliki kandungan silika yang cukup tinggi. Sehingga kaca dapat dibuat sebagai bahan campuran dalam pembuatan beton.

Tabel 1 Komposisi dari kaca (%)

Komposisi	Crushed Glass	Glass Powder
SiO ₂	72,61	72,20
Al ₂ O ₃	1,38	1,54
Fe ₂ O ₃	0,48	0,48
CaO	11,70	11,42
MgO	0,56	0,79
Na ₂ O	13,12	12,85
K ₂ O	0,38	0,43
SO ₃	0,09	0,09
L.O.I.	0,22	0,36

Sumber: Fikkriansyah dan Tanzil, 2013

3. Kuat Tekan

Pada penelitian ini ukuran benda uji yang digunakan berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm, luasan benda uji dihitung menggunakan rumus $\frac{1}{4} \times \pi \times D^2$. Kekuatan tekan beton adalah perbandingan beban terhadap luas penampang beton. Kuat tekan silinder beton dapat dihitung dengan Persamaan 1 (Tjokrodinuljo, 2007).

$$f_c' = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(1)$$

dengan:

f_c' = Kuat tekan silinder beton (MPa)

P = Beban tekan maksimum (N)

A = Luas bidang tekan (mm²)

4. Modulus Elastisitas

Modulus elastisitas adalah kemiringan garis singgung dari kondisi tegangan nol ke kondisi tegangan 25-50% dari f'c pada kurva tegangan regangan beton. Modulus elastisitas beton tergantung pada modulus elastisitas agregat dan pastanya. Dalam perhitungan struktur boleh diambil modulus elastisitas beton sebagai berikut:

$$E_c = 4700\sqrt{f'c} \dots\dots\dots(2)$$

dengan:

E_c = modulus elastisitas (MPa)

f'_c = kuat tekan beton (MPa)

D. Metodologi Penelitian

1. Lokasi Penelitian

Penelitian mengenai beton serat ini dilakukan di Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi Teknik Sipil Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

2. Bahan Penelitian

Bahan-bahan penyusun campuran beton yang digunakan pada penelitian ini adalah.

1. Agregat kasar (*split*) berupa batu pecah yang berasal dari Sungai Progo (Clereng) Kabupaten Kulon Progo.
2. Agregat halus berupa pasir yang berasal dari Sungai Progo lolos saringan No. 4 atau 4,88 mm.
3. Semen yang digunakan adalah semen Gresik.
4. Air yang diambil dari Laboratorium Teknologi Bahan Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
5. Kaca sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus lolos saringan No. 4 atau 4,88 mm.
6. Serat fiber optik sebagai bahan tambah serat.

3. Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini dari mulai pemeriksaan bahan sampai dengan pengujian benda uji, antara lain.

1. Timbangan *merk Ohaus* dengan ketelitian 0,1 gram, untuk mengetahui berat dari bahan-bahan penyusun campuran beton.
2. Gelas ukur kapasitas maksimum 1000 ml dengan *merk MC*, untuk menakar volume air.
3. *Erlenmeyer* dengan *merk Pyrex*, untuk pemeriksaan berat jenis.
4. *Oven* dengan *merk Binder*, untuk pengujian atau pemeriksaan bahan-bahan yang akan digunakan dalam campuran beton.
5. Mesin *Los Angeles* dengan *merk Tatonas*, untuk menguji tingkat keausan agregat kasar.
6. Wajan dan nampan besi untuk mencampur dan mengaduk campuran benda uji.
7. Sekop, cetok dan talam, untuk menampung dan menuang adukan beton ke dalam cetakan.

8. Penumbuk besi untuk menumbuk campuran beton yang sudah dimasukkan kedalam cetakan.
9. Cetakan beton berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.
10. Mesin uji tekan beton *merk Hung Ta* kapasitas 150 MPa, digunakan untuk menguji dan mengetahui nilai kuat tekan dari beton yang dibuat.
11. Mistar dan *kaliper*, untuk mengukur dimensi dari alat-alat benda uji yang digunakan.

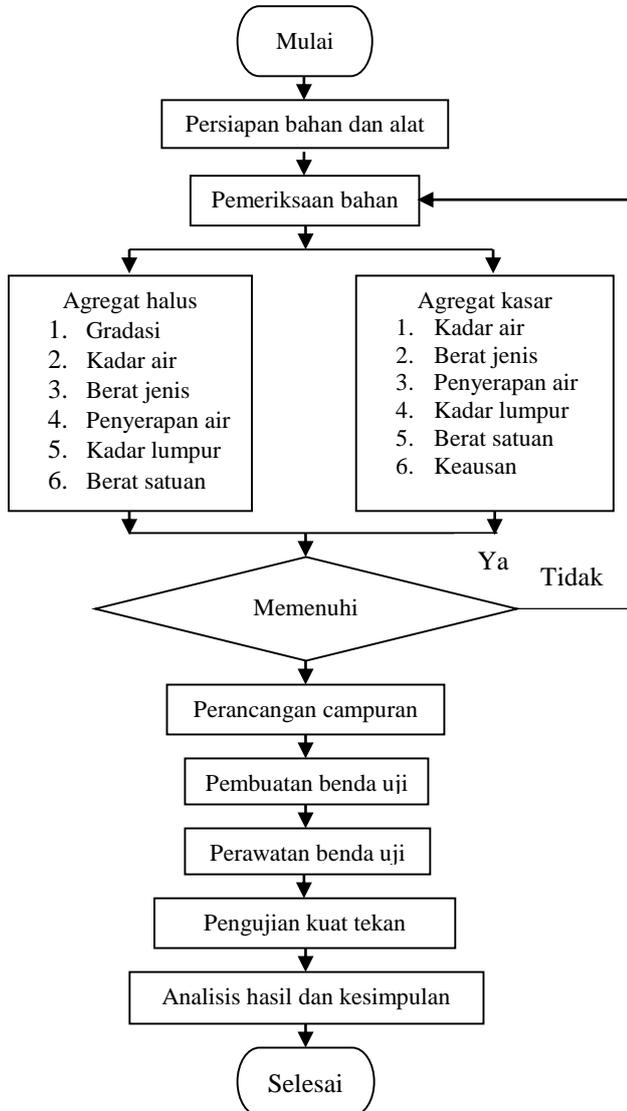
4. Pelaksanaan Penelitian

Pelaksanaan pembuatan benda uji dilakukan setelah pengujian pemeriksaan material selesai dilakukan. Karena data pengujian pemeriksaan material digunakan pada perencanaan campuran pembuatan beton. Pelaksanaan pembuatan benda uji dilakukan dengan langkah-langkah berikut.

1. Siapkan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pencampuran beton sesuai porsi dan kebutuhan masing-masing variasi.
2. Masukkan kerikil dan pasir ke dalam mesin pengaduk (molen), putar mesin hingga bahan tercampur dengan rata.
3. Tambahkan pecahan kaca lalu tambahkan semen sedikit demi sedikit agar semen tidak menggumpal.
4. Setelah bahan-bahan tercampur semua tambahkan air sedikit demi sedikit dan aduk hingga tercampur rata.
5. Keluarkan adukan beton segar dari dalam mesin pengaduk ke atas talam dan lakukan pengujian *slump* beton segar.
6. Setelah itu masukkan beton segar ke dalam cetakan silinder yang sudah diberi pelumas dan sudah ditimbang beratnya.
7. Masukkan campuran beton sebanyak 1/3 silinder kemudian ditumbuk sebanyak 25-30 kali, tambahkan 2/3 berikutnya dan tumbuk kembali, tambahkan 3/3 adukan beton dan ditumbuk kembali.
8. Ratakan permukaan silinder, timbang berat silinder berisi beton segar dan diamkan selama ± 24 jam.
9. Setelah ± 24 jam buka cetakan silinder, timbang berat beton segar dan direndam selama 28 hari.
10. Setelah 28 hari, angkat beton dan timbang beratnya, ukur dimensi beton dan beton siap diuji tekan.

5. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian disajikan untuk mempermudah dalam proses pelaksanaannya. Adapun bagan alir tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Bagan Alir Penelitian

E. Hasil dan Pembahasan

1. Hasil Pemeriksaan Bahan Penyusun

a) Agregat Halus

Hasil pemeriksaan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari beberapa pemeriksaan agregat halus yang berasal dari Sungai Progo. Gradasi butiran, modulus halus butir, kadar air, berat jenis, kadar lumpur, dan penyerapan air sudah memenuhi sesuai syarat yang telah ditentukan, sedangkan berat satuan agregat halus tidak sesuai dengan syarat yang telah ditentukan.

Tabel 2 Hasil pengujian agregat halus

No	Jenis Pengujian Agregat	Satuan	Hasil
1	Gradasi butiran	-	Daerah 2
2	Modulus halus butir	-	2,648
3	Kadar air	%	4,575
4	Berat jenis	-	2,58
5	Penyerapan air	%	0,26
6	Berat satuan	gram/cm ³	1,31
7	Kadar lumpur	%	4,532

b) Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil pengujian agregat kasar

No	Jenis Pengujian Agregat	Satuan	Hasil
1	Kadar air	%	0,549
2	Berat jenis	-	2,63
3	Penyerapan air	%	4,47
4	Berat satuan	gram/cm ³	1,55
5	Kadar lumpur	%	1,75
6	Keausan butir	%	21,36

Dari beberapa pemeriksaan agregat kasar yang berasal dari Clereng. Kadar air, berat jenis, penyerapan air, berat satuan, keausan butir sudah sesuai dengan syarat yang telah ditentukan. Sedangkan kadar lumpur yang terkandung dalam agregat kasar yang berasal dari Clereng belum sesuai dengan syarat yang telah ditentukan.

2. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pada penelitian ini penyusun beton serat adalah serat fiber optik dan pecahan kaca, variasi pecahan kaca yang digunakan yaitu 15%; 20% dan 25% diambil dari berat agregat halus dan serat fiber optik yang digunakan sebesar 0,15% dengan panjang serat 10 cm diambil dari berat beton nya. Pecahan kaca yang dibutuhkan untuk pembuatan satu benda uji pada variasi 15% sebesar 600 gram, untuk variasi 20% sebesar 800 gram dan untuk 25% sebesar 1000 gram. Sedangkan kebutuhan serat fiber optik untuk satu benda uji dibutuhkan 18,7 gram.



Gambar 2 Beton serat

Berdasarkan hasil penelitian Pemanfaatan serbuk kaca sebagai bahan tambah agregat halus untuk meningkatkan kuat tekan beton (Kosim dan Hasan, 2014) nilai kuat tekan maksimum terdapat pada variasi penambahan kaca sebesar 25% dan nilai kuat tekan terendah terdapat pada variasi penambahan kaca sebesar 50%. Sehingga untuk mengetahui kadar pecahan kaca yang baik untuk kuat tekan beton serat dibuat variasi pecahan kaca lebih kecil dari 25% dan 50%. Oleh karena itu pada penelitian ini dibuat variasi pecahan kaca sebesar 15%; 20% dan 25%.

Pada Tabel 4 menunjukkan hasil kuat tekan umur 28 hari dengan variasi pecahan kaca 15% dan serat fiber optik 0,15%. Hasil kuat tekan beton maksimum diperoleh sebesar 29,64 MPa, hasil kuat tekan beton minimum diperoleh sebesar 19,73 MPa, dan nilai kuat tekan beton rata-rata diperoleh sebesar 24,94 MPa. standar deviasi beton diperoleh sebesar 3,77 MPa.

Tabel 4 Hasil uji kuat tekan beton serat dengan variasi 15% umur 28 hari

Benda Uji	Kaca (%)	Serat (%)	Luasan (cm ²)	Beban maksimum (kg)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
M1			179,08	49230	26,97	24,94
M2			179,08	49360	27,04	
M3	15	0,15	174,37	52680	29,64	
M4			179,08	36010	19,73	
M5			179,08	45640	25,00	
M6			180,27	39120	21,29	

Tabel 5 menunjukkan nilai kuat tekan beton umur 28 hari dengan variasi pecahan kaca 20% dan serat fiber optik 0,15%. Hasil nilai kuat tekan beton maksimum diperoleh sebesar 29,23 MPa, nilai kuat tekan beton minimum diperoleh sebesar 16,29 MPa, dan nilai kuat tekan beton rata-rata diperoleh sebesar 25,48 MPa. Standar deviasi beton diperoleh sebesar 5,06 MPa.

Tabel 5 Hasil uji kuat tekan beton serat dengan variasi 20% umur 28 hari

Benda uji	Kaca (%)	Serat (%)	Luasan (cm ²)	Beban maksimum (kg)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
M1			182,18	48130	25,92	25,48
M2			176,72	48520	26,93	
M3	20	0,15	180,51	49120	26,70	
M4			175,77	49840	27,82	
M5			177,90	53000	29,23	
M6			177,66	29500	16,29	

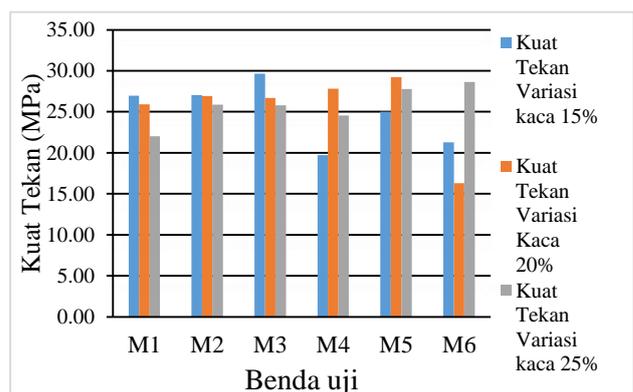
Dari Tabel 6 menunjukkan nilai kuat tekan beton umur 28 hari dengan variasi pecahan kaca

25% dan serat fiber optik 0,15%. Hasil nilai kuat tekan beton maksimum diperoleh sebesar 28,64 MPa, hasil nilai kuat tekan beton minimum diperoleh sebesar 22 MPa, dan hasil nilai kuat tekan beton rata-rata diperoleh sebesar 25,77 MPa. Standar deviasi beton yang diperoleh sebesar 2,37 MPa.

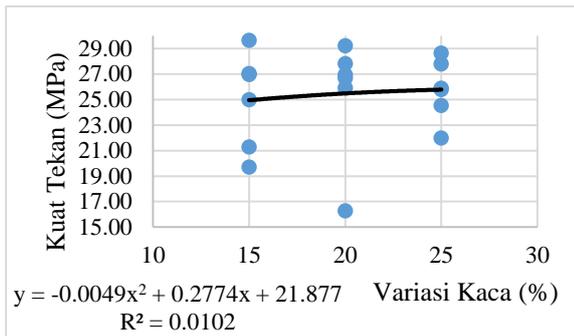
Tabel 6 Hasil uji kuat tekan beton serat dengan variasi 25% umur 28 hari

Benda Uji	Kaca (%)	Serat (%)	Luasan (cm ²)	Beban maksimum (kg)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
M1			180,74	40540	22,00	25,77
M2			179,08	47250	25,88	
M3	25	0,15	177,66	46710	25,79	
M4			175,07	43790	24,54	
M5			178,37	50520	27,79	
M6			177,66	51860	28,64	

Berdasarkan hasil kuat tekan dari ketiga variasi penambahan kaca dan penambahan serat, nilai kuat tekan maksimum dari ketiga variasi tersebut terdapat pada variasi pecahan kaca 25% dengan kuat tekan sebesar 25,77 MPa. Kuat tekan rata-rata pada variasi pecahan kaca 15%; 20% dan 25% berturut-turut sebesar 24,94 MPa, 25,48 MPa dan 25,77 MPa. Penambahan pecahan kaca 15% menjadi 20% kuat tekan rata-rata mengalami peningkatan sebesar 2,17% sedangkan pada penambahan kaca variasi 20% menjadi 25% kuat tekan rata-rata mengalami peningkatan sebesar 1,14%. Hasil perbandingan kuat tekan beton dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3 Hubungan variasi kaca 15%; 20% dan 25% dan kuat tekan beton



Gambar 4 Hubungan penambahan kaca dan kuat tekan beton.

Dari Gambar 4 dapat dilihat dengan penambahan kaca 15% nilai kuat tekan beton memiliki rentang atau jarak pada masing-masing benda uji. Pada penambahan kaca 20% nilai kuat tekan antar benda uji memiliki selisih yang tidak jauh antar benda uji kecuali pada benda uji 6, sedangkan pada penambahan kaca 25% kuat tekan beton pada masing-masing benda uji tidak terlalu jauh. Nilai kuat tekan maksimum terdapat pada variasi penambahan pecahan kaca 25%. Hal ini disebabkan karena kaca memiliki kandungan silika yang tinggi sehingga pecahan kaca tersebut dapat menjadi bahan pengisi dan pengikat pada beton. Namun dalam penggunaan kaca pada beton harus diperhatikan dari segi jumlah, ukuran ataupun sebagai pengganti substitusi agregat kasar, agregat halus, semen maupun bahan tambah. Pada penelitian ini nilai slump yang didapat yaitu 90 mm. Menurut SNI 1972:2008 syarat nilai slump yang diperbolehkan yaitu 38 mm hingga 70 mm. Pada penelitian ini nilai slump yang diperoleh lebih besar dari syarat yang telah ditentukan.

Kuat tekan beton serat dengan penambahan kaca masing-masing benda uji ada yang sesuai dan ada yang belum sesuai dengan kuat tekan rencana 25 MPa. Hal ini disebabkan oleh beberapa faktor yaitu menggumpalnya agregat pada saat pengadukan, pemadatan pada saat pembuatan benda uji dan permukaan atas yang tidak rata. Menggumpalnya agregat pada adukan beton dapat mengurangi kuat tekan beton, karena kemungkinan lebih banyak mengandung agregat halus atau agregat kasar. Proses pemadatan yang benar serta rata pada setiap lapisan sangat berpengaruh terhadap nilai kuat tekan beton. Selain memperhatikan pemadatan hal kecil yang perlu diperhatikan yaitu permukaan atas benda uji. Jika permukaan atas benda uji tidak rata maka nilai kuat tekan akan rendah atau tidak sesuai dengan kuat tekan rencana. Hal ini dikarenakan

beban yang diberikan terlebih dahulu menyentuh bagian yang lebih tinggi lalu menyentuh permukaan yang lebih rendah sehingga beban yang diberikan tidak merata dengan seluruhnya.

F. Kesimpulan dan Saran

1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan dapat disimpulkan sebagai berikut.

1. Nilai kuat tekan maksimum terdapat pada variasi kaca 25% sebesar 25,77 MPa dan nilai modulus elastisitas maksimum sebesar 23859,2 MPa.
2. Penambahan pecahan kaca pada beton serat dapat meningkatkan nilai kuat tekan beton. Nilai kuat tekan beton pada penambahan pecahan kaca 15%; 20% dan 25% masing-masing sebesar 24,94 MPa, 25,48 MPa dan 25,77 MPa.
3. Persentase peningkatan kuat tekan pada penambahan kaca 15% menjadi 20% sebesar 2,17% sedangkan pada penambahan pecahan kaca 20% menjadi 25% mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 1,14%.

2. Saran

Ada beberapa saran yang perlu dilakukan terkait dengan penelitian ini agar penelitian tersebut dapat diaplikasikan pada kehidupan sehari-hari, antara lain.

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penambahan pecahan kaca dan serat fiber optik dengan variasi yang lebih banyak agar dapat mengetahui komposisi yang baik untuk meningkatkan kuat tekan beton.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penambahan pecahan kaca dan serat fiber optik terhadap kuat tarik beton.
3. Perlu memperhatikan pelaksana yang baik dalam pembuatan benda uji.

G. Daftar Pustaka

- Fikkriansyah & Tanzil, G., 2013. "Pengaruh Sulfat Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Variasi Bubuk Kaca Substitusi Sebagian Semen dengan w/c 0,60 dan 0,65". *Teknik Sipil dan Lingkungan*, 1(1).
- Gunawan, P. dkk., 2014. "Pengaruh Penambahan Serat Nylon Pada Beton Ringan Dengan Teknologi Foam Terhadap Kuat Tekan , Kuat Tarik Belah dan

- Modulus Elastisitas". *e-Jurnal Matriks Teknik Sipil*, (September), pp.289–296.
- Gurning, N., 2013. "Pembuatan Beton Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit". *TELAAH Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 31(April), pp.13–20.
- Karwur, H.Y. dkk., 2013. "Kuat tekan beton dengan bahan tambah serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen". *Jurnal Sipil Statik*, 1(4).
- Kosim & Hasan, A., 2014. "Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Bahan Tambah Agregat Halus Untuk Meningkatkan Kuat Tekan Beton". *Jurnal Teknik Sipil*, 10(2), pp.170–178.
- Mulyono, T., 2003, *Teknologi Beton*, Andi, Yogyakarta.
- SNI-1972:2008, 2008, *Cara Uji Slump Beton*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Tjokrodimuljo, K., 2007, *Teknologi Beton*, KMTS FT UGM, Yogyakarta.