

Pengaruh Penambahan Pecahan Kaca Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus dan Penambahan Fiber Optik Terhadap Kuat Tekan Beton Serat

(The Effect of Substitution of Crushed Glass for Fine Aggregate and Addition of
Optic Fibre on the Compressive Strength of Fibre Concrete)

MUHAMMAD NUR IKHSAN, HAKAS PRAYUDA, FADILLAWATY SALEH

ABSTRACT

Fibre concrete is an innovation of normal concrete to special concrete to be stronger withstands the tensile force. Fibre concrete consists of cement, water, fine aggregate, coarse aggregate and additional fibre materials. The addition of fibre is expected to reduce the segregation and prevent cracks of the concrete. In this research used additional glass fracture with variation of 15%, 20%, 25% to the weight of the fine aggregate as well as additional of optic fibre of 0,15% of the concrete's weight. Their compressive strength was examined at the age of 28 days. The result is gained by adding 15% of glass fracture 24,94 MPa with modulus of elasticity 23471,8 MPa, addition of 20% gained the result of compressive strength by 25,48 MPa with modulus of elasticity 23724,5 MPa, meanwhile by adding glass fracture 25% gained the result of compressive strength 25,77 MPa with modulus of elasticity 23859,2 Mpa.

Keywords: Fibre Concrete, Crushed Glass, Optic Fibre, Compressive Strength

PENDAHULUAN

Beton serat merupakan inovasi dari beton normal menjadi beton khusus, dengan unsur penyusun semen, air, agregat halus, agregat kasar dan serat. Serat yang digunakan dapat berupa serat dari tumbuhan (jerami, bambu dan ijuk), serat plastik, maupun potongan kawat baja. 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. Pengerjaan beton serat sedikit lebih sulit dibandingkan dengan beton normal, namun beton serat memiliki lebih 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 optik.

Gunawan dkk (2014) mencampur serat *nylon* pada beton ringan dengan teknologi *foam* dan menguji pengaruhnya 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. Dari analisis disimpulkan bahwa 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.

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 tertingi 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.

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. 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.

BETON SERAT

Beton serat (*fiber concrete*) ialah bagian komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang berupa serat. Serat yang biasa digunakan berupa batang-batang dengan diameter 5-500 µm, 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 (Tjokrodinuljo, 2007).

Adapun bahan penyusun beton serat adalah sebagai berikut:

1. Semen

Semen merupakan hasil industri yang sangat kompleks dengan campuran serta susunan yang berbeda-beda. Semen dapat dibedakan menjadi dua yaitu semen non hidrolik dengan semen hidrolik.

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

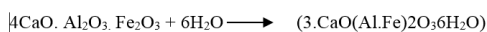
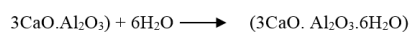
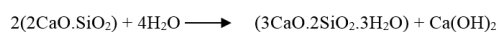
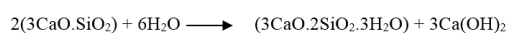
Semen *portland* adalah sebagai semen hidrolis yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

Semen mengandung beberapa unsur kimia yaitu kapur (CaO) sebesar 60-65%, silika (SiO₂) 17-25%, alumina (Al₂O₃) 3-8%, besi (Fe₂O₃) 0.5-6%, magnesia (MgO) 0.5-4% , sulfur (SO₃) 1-2%, soda/potash 0.5-1% (Tjokrodinuljo, 2007).

Perbedaan persentase senyawa yang ada di dalam semen akan membentuk karakter dan jenis semen yang berbeda. Berdasarkan SK SNI S-04-1989-F, semen *portland* di Indonesia dibagi menjadi 5 (lima) jenis, antara lain:

- jenis I, yaitu semen *portland* untuk konstruksi umum yang penggunaan tidak memerlukan persyaratan-persyaratan khusus seperti yang diisyaratkan pada jenis-jenis lain.
- jenis II, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang memerlukan ketahanan terhadap sulfat dan panas hidrasi sedang.
- jenis III, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang menuntut persyaratan kekuatan awal yang tinggi.
- jenis IV, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang menuntut persyaratan panas hidrasi yang rendah.
- jenis V, yaitu semen *portland* untuk konstruksi yang menuntut persyaratan sangat tahan terhadap sulfat.

Proses hidrasi yang terjadi pada semen *portland* dapat dinyatakan dalam persamaan kimia sebagai berikut:



Hasil utama dari proses hidrasi semen berupa (3CaO.2SiO₂.3H₂O) atau C₃S₂H₃ atau CSH yang biasa disebut *tobermorite* yang berbentuk gel. Hasil lain berupa kapur bebas Ca(OH)₂ yang merupakan sisa dari reaksi C₃S dan C₂S dengan air.

2. 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 kasar adalah agregat yang ukuran butiran lebih besar dari 4,80 mm. Agregat kasar disebut juga sebagai kerikil, kericak, batu pecah, atau split (Tjokrodinuljo 2007). Adapun syarat-syarat agregat kasar yang baik untuk bahan campuran beton, antara lain sebagai berikut:

- agregat kasar tidak boleh mengandung kadar lumpur yang maksimum 1%,
- agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali,
- agregat kasar memiliki ukuran butir maksimum tidak boleh melebihi dari 1/5 jarak terkecil antara bidang-bidang samping cetakan, 1/3 tebal pelat beton, 3/4 jarak bersih antar tulangan atau berkas tulangan,
- agregat kasar tidak mengandung butiran yang panjang dan pipih lebih dari 20%,
- agregat kasar memiliki kekekalan maksimum 12% bagian yang hancur jika diuji dengan natrium sulfat dan jika diuji dengan magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 18%.

Agregat halus adalah agregat yang memiliki ukuran butir lebih kecil dari 4,80 mm. Agregat halus disebut juga dengan pasir, pasir bisa diperoleh dari sungai, tanah galian atau dari hasil pemecahan batu. Syarat-syarat agregat halus yang baik digunakan untuk bahan campuran beton antara lain, sebagai berikut:

- agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%,
- agregat halus tidak mengandung zat organik terlalu banyak, yang dibuktikan dengan percobaan warna dengan larutan 3% NaOH, yaitu warna cairan diatas endapan tidak boleh gelap dari warna standar atau pembeding,
- agregat halus memiliki modulus butir halus antara 1,50-3,80,
- agregat halus tidak boleh reaktif terhadap alkali,
- kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10% dan jika di pakai magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 15%.

TABEL 1. Komposisi dari kaca (%),
(Fikkriansyah dan Tanzil, 2013)

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

3. 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.

Menurut standar bahan bangunan bagian A (SK-SNI S-04-1989-F) syarat-syarat air yang dapat digunakan untuk bahan bangunan sebagai berikut:

- a. air harus bersih,
- b. air bersih tidak mengandung minyak, lumpur dan benda melayang lainnya yang dapat dilihat secara visual. Benda-benda tersuspensi ini tidak boleh lebih dari 2 gram/liter,
- c. air bersih tidak mengandung garam-garam yang dapat larut dalam air dan dapat merusak beton (asam, zat organik, dan sebagainya) tidak boleh lebih dari 15 gram/liter,
- d. air bersih tidak mengandung klorida lebih dari 0,5 gram/liter. Khusus untuk beton prategang kandungan klorida tidak boleh lebih dari 0,05 gram/liter,
- e. air bersih tidak mengandung senyawa sulfat lebih dari 1 gram/liter.

4. 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.

5. 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.

KUAT TEKAN DAN MODULUS ELASTISITAS

Kinerja beton di nilai dari kuat tekan beton yang dimilikinya. Semakin tinggi kuat tekan beton nya maka beton tersebut memiliki mutu yang bagus. Faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton adalah proporsi campuran, pengadukan saat pembuatan, pemadatan dan perawatannya.

Kekuatan tekan beton adalah perbandingan beban terhadap luas penampang beton. Kuat tekan silinder beton dapat dihitung dengan Persamaan 3.6 (Tjokrodilmojo, 2007).

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

dengan f_c' = Kuat tekan silinder beton (MPa), P = Beban tekan maksimum (N), A = Luas bidang tekan (mm²).

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:

$$E_c = 4700 \sqrt{f'_c} \quad (2)$$

dengan E_c = modulus elastisitas (MPa), f'_c = kuat tekan beton (MPa).

METODOLOGI PENELITIAN

Benda uji dibuat berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm sebanyak 6 benda uji untuk masing-masing 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.

Bahan penelitian

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

- Agregat kasar (*split*) berupa batu pecah yang berasal dari Sungai Progo (Clereng) Kabupaten Kulon Progo.
- Agregat halus berupa pasir yang berasal dari Sungai Progo lolos saringan No. 4 atau 4,88 mm.
- Semen yang digunakan adalah semen Gresik.
- Air.
- Kaca sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus lolos saringan No. 4 atau 4,88 mm.
- Serat fiber optik sebagai bahan tambah serat.

Peralatan penelitian

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

- Timbangan merk *Ohaus* dengan ketelitian 0,1 gram, untuk mengetahui berat dari bahan-bahan penyusun campuran beton.
- Gelas ukur kapasitas maksimum 1000 ml dengan merk *MC*, untuk menakar volume air.

- Erlenmeyer* dengan merk *Pyrex*, untuk pemeriksaan berat jenis.
- Mesin *Los Angeles* dengan merk *Tatonas*, untuk menguji tingkat keausan agregat kasar.
- Cetakan beton berbentuk silinder dengan ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm.
- Mesin uji tekan beton merk *Hung Ta* kapasitas 150 MPa, digunakan untuk menguji dan mengetahui nilai kuat tekan dari beton yang dibuat.

Pelaksanaan penelitian

Pelaksanaan pembuatan benda uji dilakukan setelah pengujian pemeriksaan material selesai dilakukan. Karena data pengujian pemeriksaan material digunakan pada perencanaan campuran pembuatan beton. Perbandingan bahan penyusun beton normal antara air : semen : agregat halus : agregat kasar adalah 1 : 2,12 : 3,63 : 4,65.

Pelaksanaan pembuatan benda uji dilakukan dengan menyiapkan alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pencampuran beton sesuai porsi dan kebutuhan masing-masing variasi. Masukkan kerikil dan pasir ke dalam mesin pengaduk (molen), putar mesin hingga bahan tercampur dengan rata. Tambahkan pecahan kaca lalu tambahkan semen sedikit demi sedikit agar semen tidak menggumpal. Setelah bahan-bahan tercampur semua tambahkan air sedikit demi sedikit dan aduk hingga tercampur rata. Keluarkan adukan beton segar dari dalam mesin pengaduk keatas talam dan lakukan pengujian *slump* beton segar. Setelah itu masukkan beton segar ke dalam cetakan silinder yang sudah diberi pelumas dan sudah ditimbang beratnya. 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. Ratakan permukaan silinder, timbang berat silinder berisi beton segar dan diamkan selama ± 24 jam. Setelah ± 24 jam buka cetakan silinder, timbang berat beton segar dan direndam selama 28 hari. Setelah 28 hari, angkat beton dan timbang beratnya, ukur dimensi beton dan beton siap diuji tekan.

TABEL 2. Komposisi material

Varias i Kaca	Air (L)	PC (kg)	a.kasar (kg)	a.halus (kg)	kaca (kg)	Serat fiber optik (g)
15%	1,09	2,31	5,07	3,39	0,6	18,68
20%	1,09	2,31	5,07	3,19	0,8	18,68
25%	1,09	2,31	5,07	2,99	1	18,68

TABEL 3. 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

TABEL 4. 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

1. Komposisi material

Sebelum melakukan pembuatan beton, perlu dilakukan pembuatan *mix design* beton untuk menentukan kebutuhan bahan-bahan penyusun beton yang sesuai dengan kebutuhan masing-masing. Komposisi material penyusun beton serat dapat dilihat pada Tabel 2.

HASIL PEMERIKSAAN SIFAT BAHAN

Hasil pemeriksaan agregat halus dapat dilihat pada Tabel 3. 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.

Hasil pemeriksaan agregat kasar dapat dilihat pada Tabel 4. 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.

HASIL PEMERIKSAAN KUAT TEKAN

Penyusun beton serat dalam penelitian ini 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.

TABEL 5. Hasil uji kuat tekan beton serat dengan variasi pecahan kaca 15% umur 28 hari

Benda Uji	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	174,37	52680	29,64	
M4	179,08	36010	19,73	
M5	179,08	45640	25,00	
M6	180,27	39120	21,29	

TABEL 6. Hasil uji kuat tekan beton serat dengan variasi pecahan kaca 20% umur 28 hari

Benda uji	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	180,51	49120	26,70	
M4	175,77	49840	27,82	
M5	177,90	53000	29,23	
M6	177,66	29500	16,29	

TABEL 7. Hasil uji kuat tekan beton serat dengan variasi pecahan kaca 25% umur 28 hari

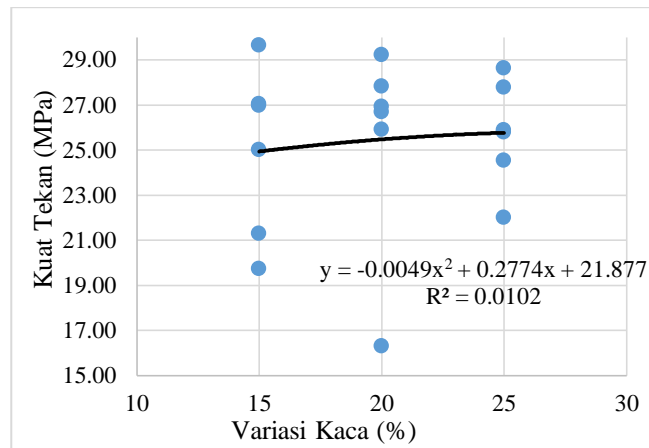
Benda Uji	Luasan (cm ²)	Beban maksimum (kg)	Kuat tekan (MPa)	Kuat tekan rata-rata (MPa)
M1	180,74	40540	22,00	25,77
M2	179,08	47250	25,88	
M3	177,66	46710	25,79	
M4	175,07	43790	24,54	
M5	178,37	50520	27,79	
M6	177,66	51860	28,64	

Tabel 5 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 6 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 7 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.



GAMBAR 1. Hubungan variasi kaca 15%; 20% dan 25% dan kuat tekan beton

Berdasarkan hasil kuat tekan dari ketiga variasi penambahan kaca dan penambahan serat, nilai 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 1.

Gambar 1 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.

KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan yang telah diuraikan dapat disimpulkan sebagai berikut.

- Hasil penelitian diperoleh dengan penambahan 15% pecahan kaca sebesar 24,94 MPa dengan nilai modulus elastisitas 23471,8 MPa, penambahan 20% memperoleh hasil kuat tekan sebesar 25,48 MPa dengan nilai modulus elastisitas 23724,5 MPa, sedangkan dengan penambahan pecahan kaca sebesar 25%

memperoleh hasil kuat tekan sebesar 25,77 Mpa dengan nilai modulus elastisitas 23859,2 MPa.

- b. 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.
- c. 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%.

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.
- Tjokrodinuljo, K., 2007, *Teknologi Beton*, KMTS FT UGM, Yogyakarta.

Jalan Lingkar Selatan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta, 55183

Email: nurikhsan053@gmail.com

Hakas Prayuda

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta, 55183.

Email: hakas.prayuda@ft.umy.ac.id

Fadillawaty Saleh

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta. Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta, 55183.

Email: dilla_vu@yahoo.com

PENULIS:

Muhammad Nur Ikhsan

Mahasiswa Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.