

PENGARUH FLY ASH SEBAGAI BAHAN PENAMBAHAN SEMEN DAN SUBSTITUSI SERBUK KACA PADA BETON NORMAL

Anggi Angriani Clara Pratiwi Linggi¹, Frans Phengkarsa², Suryanti Rapang
Tonapa³

anggilinggi55@gmail.com¹, Fphengkarsa@gmail.com²,
tonapa.27rv.bubble@yahoo.co.id³

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Kristen Indonesia
Paulus

Jl. Perintis Kemerdekaan Km. 13, Makassar 90243

Abstrak: Beton merupakan bahan konstruksi campuran yang terkait dari kombinasi agregat dan semen sebagai pengikat. Dimana beton digunakan bisa pembangunan struktur. Beton terdiri dari agregat kasar, agregat halus, air dan semen. Bahan pengganti yang dapat digunakan sebagai semen adalah fly ash dan untuk menggantikan sebagian agregat halus yaitu limbah kaca yang digiling menjadi serbuk kaca.. Pemanfaatan limbah serbuk kaca untuk digunakan kembali merupakan salah satu solusi pengolahan limbah yang sesuai. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan memanfaatkan serbuk kaca bekas sebagai pengganti agregat halus.. Maka dari itu saya mengambil penelitian dengan menggunakan fly ash 15% untuk bahan tambah semen dan variasi serbuk kaca 0%, 5%, 10% dan 20% untuk mengganti agregat halus agar saya bisa mengetahui sejauh mana bahan tambah serbuk kaca dapat menurun dengan kuat rencana 25 MPa. Berdasarkan hasil pengujian yang dilakukan selama pembuatan silinder benda uji dan balok pada penambahan fly ash 15% terhadap semen dan substitusi variasi serbuk kaca 5%, 10% dan 20% terhadap agregat halus. Pada kuat tekan beton didapatkan nilai hasil pengujian maksimal pada variasi serbuk kaca 5% yang mencapai 26,516 MPa dimana diperoleh kenaikan 1,516% dari kuat tekan rencana yaitu 25 MPa.

Kata-kata Kunci: Beton, , kuat tekan, serbuk kaca, kuat Tarik belah, Agregat.

THE EFFECT OF FLY ASH AS AN ADDITIONAL CEMENT MATERIAL AND GLASS POWDER SUBSTITUTION IN NORMAL CONCRETE

Abstract: Concrete is a mixed construction material related to the combination of aggregate and cement as a binder. Where concrete is used can be the construction of structures. Concrete consists of coarse aggregate, fine aggregate, water and cement. The replacement material that can be used as cement is fly ash and to replace some of the fine aggregate, namely glass waste which is ground into glass powder. Utilization of glass powder waste for reuse is one of the appropriate waste treatment solutions. One of the efforts to overcome the problem is to utilize used glass powder as a substitute for fine aggregate... Therefore, I took a study using 15% fly ash for cement additives and glass powder variations of 0%, 5%, 10% and 20% to replace fine aggregate so that I could find out the extent to which glass powder additives can decrease with a plan strength of 25 MPa. Based on the results of tests carried out during the manufacture of test cylinders and beams on the addition of 15% fly ash to cement and substitution of 5%, 10% and 20% glass powder variations of fine aggregate. In the compressive strength of concrete, the maximum test result value is obtained in the 5% glass powder variation which reaches 26.516 MPa where an increase of 1.516% is obtained from the plan compressive strength of 25 MPa.

Keywords: Concrete, compressive strength, glass powder, split tensile strength, Aggregate.

PENDAHULUAN

Beton normal merupakan beton yang berat isinya mengandung dua ribu dua ratus sampai dua ribu lima ratus Kg/cm, dan memakai bebatuan yang telah dipecahkan ataupun bebatuan yang tidak dipecahkan yang sama sekali tidak ditambahkan bahan penambah. Karakteristik beton pada umumnya mempunyai massa jenis dua koma nol sampai dua koma lima gram atau sentimeter dan kuat tekannya tiga sampai lima puluh Mega Pascal.

Beton adalah bahan bangunan yang terbentuk dari campuran semen, agregat kasar dan halus serta air dengan komposisi yang disesuaikan dengan kuat tekan yang diharapkan.

Fly ash atau yang biasa disebut abu terbang adalah bahan campuran beton yang hampir sama dengan semen dan berguna untuk membuat campuran beton agar semakin kuat. Abu terbang terbuat dari sisa pembakaran batubara yang berbentuk hamper sama seperti semen dengan warna abu hitam yang mengandung silica dan aluminium yang lumayan tinggi.

Kaca adalah campuran berbagai oksida anorganik yang tidak mudah menguap dan dapat terurai secara alami, diperoleh dari dekomposisi dan difusi senyawa alkali dan alkali tanah, pasir, dan mineral lainnya.. Sifat spesifik kaca ini terutama ditentukan dalam proses pembentukannya serta kandungan silika (SiO_2).

Pada saat melakukan penelitian, perbandingan sampel yang dilakukan memakai fly ash yang bervariasi mulai dari 0%, 5%, 10%, 20% dari berat semen yang ditentukan, dengan penambahan fly ash tersebut diperoleh hasil yang lumayan maju jika dibandingkan dengan beton normal. Kuat tekan yang dirancang 25 MPa. Hasil pengujian dari penggunaan serbuk kaca yang bervariasi yaitu semakin banyak persentase serbuk kaca yang digunakan maka nilai mutu beton yang diperoleh akan semakin menurun dan begitupun sebaliknya, jika persentase variasi serbuk kaca semakin kecil maka semakin kuat pula kuat beton yang didapatkan. Penelitian kali ini di kuat tekan yang akan diuji yaitu pada hari ke3, 7, 14, kemudian 28 hari serta kuat Tarik belah hari yang ke 28 begitupun dengan kuat lentur yang akan di uji pada hari ke dua puluh delapan.

Hasil uji tekan beton pada beton biasa dengan menggunakan varian serbuk kaca 0% menunjukkan bahwa beton tersebut memiliki kuat

tekan rata-rata 28 hari.adalah 27,271 MPa , beton variasi serbuk kaca 5% sebesar 26,516 MPa beton variasi serbuk kaca 10% sebesar 25,761 MPa, beton variasi serbuk kaca 20% sebesar 24.817 MPa dimana kuat tekan rencana adalah 25 Mpa, dengan hasil pengujian yang didapatkan pada setiap penambahan serbuk kaca yang semakin banyak maka mengalami penurunan setiap penambahan serbuk kaca. Hasil pengujian kuat tarik fraksi beton dan penambahan serbuk kaca mengalami penurunan, bisa dilihat bahwa variasi serbuk kaca 0% bernilai 2,619 MPa, beton 5% bernilai 2,571 MPa, beton 10% bernilai 2,406 MPa, beton 20% bernilai 2,359 MPa, hal ini menunjukkan bahwa pengaruh serbuk kaca terhadap nilai kuat tarik belah rata-rata dimana penggunaan serbuk kaca besar akan menurunkan nilai kuat tarik belah. Penggunaan bahan tambah fly ash 15% dengan variasi serbuk kaca terhadap nilai kuat lentur rata-rata yang diperoleh dimana penggunaan variasi pada beton mengalami penurunan setiap variasi serbuk kaca yang digunakan. Nilai kuat lentur maksimum yang di peroleh pada variasi 0% yaitu sebesar 2,619 MPa, beton variasi serbuk kaca 5% sebesar 2,568 MPa, beton variasi serbuk kaca 10% sebesar 2,414 MPa. Sedangkan nilai kuat lentur minimum pada serbuk kaca 20% yaitu dengan nilai 2,362 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh substitusi serbuk kaca terhadap nilai kuat tarik belah rata-rata, tidak memperoleh hasil yang baik. Dalam penelitian diperoleh nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan menggunakan variasi serbuk kaca 0%, 5%, 10% dan 20% secara berturut-turut adalah 27,271 MPa, 26,516 MPa, 25,716 MPa dan 24,817 MPa. Untuk nilai kuat tarik belah beton dengan variasi serbuk kaca 0%, 5%, 10% dan 20% secara berturut-turut adalah 2,619 MPa, 2,571 MPa, 2,406 MPa dan 2,359 MPa. Dalam penelitian diperoleh nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan menggunakan variasi serbuk kaca 0%, 5%, 10% dan 20% secara berturut-turut adalah 27,271 MPa, 26,516 MPa, 25,716 MPa dan 24,817 MPa. Untuk nilai kuat lentur beton dengan variasi serbuk kaca 0%, 5%, 10% dan 20% secara berturut-turut adalah 2,691 MPa, 2,571 MPa, 2,406 MPa, dan 2,359 MPa.

1. Kuat Tekan Beton

Tekanan kuat beton diperoleh dari standar pengujian dengan objek tes yang umum digunakan dalam bentuk cylinder.standard uji dimensi objek 300 milimeter tinggi dan 150 milimeter diameter. Metode tes khas adalah C39-86 standar ASTM.



Gambar 1. Pengujian Kuat Tekan



Gambar 2. Contoh Jenis Retakan Beton

2. Kuat Tarik Belah

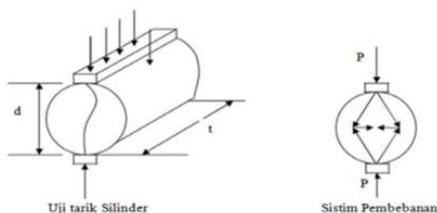
Pengujian yang digunakan adalah objek silinder, dibangun dengan diameter di secara merata ke arah the.it ingin membagi dua pada suatu kekuatan tarik dan achieve.tensile kekuatan dan dapat dihitung dengan rumus:

$$f_t = \frac{2P}{\pi LD}$$

Dimana :

f'_sp = Kuat tarik belah beton [MPa]

P = Beban maksimum pada saat benda uji terbelah [N]

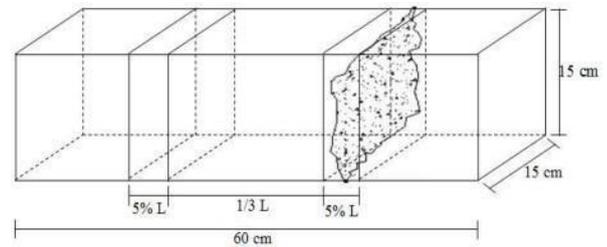


Gambar 3. Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

3. Kuat Lentur

Pengujian kuat lentur akan mengalami deformationed dan karena itulah ada suatu fleksibel saat sebuah perlawanan terhadap bahan yang membentuk balok terhadap luar. Tegangan

yang muncul selama deformasi tidak boleh melampaui kewenangan tegangan fleksibel izin beton material. Eksternal harus dijaga oleh material beton dan nilai maksimum yang dapat dicapai sebelum balok runtuh atau patah sama dengan kontrol torsi internal. . Kuat lentur dapat dihitung sebagai berikut:



Gambar 4. Mekanisme Pengujian Lentur dengan Keruntuhan di Luar Tengah Bentangan

METODE PENELITIAN

1. Lokasi Pengambilan Material

a. Limbah Pecahan Kaca

Penggunaan limbah pecahan kaca diambil dari pabrik penggilingan beling yang berada di Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Yang kemudian dihancurkan dan dihaluskan serta disaring menggunakan saringan yang tertahan di 200.



Gambar 5. Lokasi Pengambilan Pecahan Kaca

b Agregat

Pengambilan agregat dapat diambil di Provinsi Sulawesi Selatan, Sungai Jeneberang yang terdapat di Kabupaten Gowa. Agregat yang tersedia disana adalah agregat halus dan agregat kasar sesuai dengan kebutuhan pada penelitian. Agregat diambil melalui cara manual dan dujinya dilab Universitas Kristen Indonesia Paulus Makassar.



Gambar 6. Lokasi Pengambilan Agregat

c. Bahan yang diaplikasikan

Bahan yang diaplikasikan pada penelitian ini memakai Portland Composite Cement (PCC) yang berasal dari PT. Semen Tonasa, serta agregat kasar dan halus yang diambil dari Sungai Jenneberang, dan juga Fly Ash yang diambil dari PT. Makassar Tene.

d. Pemeriksaan Karakteristik Material

Tabel 1.

Standar Pengujian Karakteristik Agregat

Pemeriksaan	Spesifikasi Pengetesan	
	Agregat Halus	Agregat Kasar
Kadar Lumpur	SNI 1971-2011	SNI 03-1971-2011
Kadar Air	SNI 03-4142-1996	SNI 03-4142-1996
BJ dan Penyerapan	SNI 1970-2008	SNI 1969-2008
Berat Volume	SNI 03-4804-1998	SNI 03-4804-1998
Analisa Saringan	SNI 03-1968-1990	SNI 03-1968-1990
Zat Organik	SNI 2816-2014	-

Tabel 2.

Rincian Karakteristik Agregat

Karakteristik Agregat	Interval Batas	
	Agregat Kasar	Agregat Halus
Kadar Air	3% – 5%	3% – 5%
Kadar Lumpur	0,2% – 6%	0,2% – 6%
Berat Jenis (SSD)	1,6 – 3,2	1,6 – 3,2
Penyerapan	0,20% – 2,00%	0,20% – 3,20%
Modulus Kehalusan	2,20 – 3,10	2,20 – 3,10
Zat Organik	<No.3	<No.3

a. Mix Design dengan Metode SNI

Tabel 3.

Kebutuhan Material dalam Campuran Beton 1 m³

Bahan	Berat (kg/m ³)
Semen	431
Air	210
Agregat Kasar	1086,961
Agregat Halus	624,788
Fly Ash	64,65

f. Pengerjaan Sampel

Proses pengerjaan sampel atau benda uji dilakukan berdasarkan pedoman SNI 2493:2011, yakni :

a. Proses Pengadukan Sampel

Mengumpulkan semua bahan yang sudah di dapatkan takarannya yang sesuai dengan hasil mix design yang didapatkan dan mencampurnya mengguakan mesin campur.

b. Pemeriksaan Slump Test

30 – 60 mm merupakan hasil slump test yang direncanakan dengan sesuai pada metode SNI (Standar Nasional Indonesia). Hasil test slump test untuk penelitian telah memenuhi.

c. Proses Pencetakan Sampel

Pada saat proses pencetakan, sampel dicetak memakai cetakan yang berbentuk silinder. Sebelum mulai silinder dibersihkan terlebih dahulu lalu diolesi dengan gemuk atau oli agar hasil cetakan gampang untuk di lepaskan pada saat beton telah mengeras.

d. Identifikasi Sampel atau Benda Uji

Benda uji yang telah dicetak kemudian didiamkan selama 24 jam sehabis dicetak dan diberi waktu sesuai yang sudah ditetapkan untuk melakukan percobaan. Setelah itu benda uji kemudian direndam seluruhnya disesuaikan dengan jumlah hari pengetesan.

g. Pemeriksaan Sifat Mekanik Beton

a. Kuat Tekan Beton

Kuat tekan beton ini pada saat melakukan pemeriksaannya dilakukan agar bertujuan didaptkannya nilai beban tekanan maksimal yang diahiskan oleh benda uji.

b. Kuat Tarik Belah

Pengujian ini menggunakan silinder beton berdiameter 150 mm dan panjang 300 mm, ditempatkan secara vertikal di atas tester, setelah itu beban tekan diterapkan secara merata tegak lurus dari atas ke semua sisi pilar. Jika kekuatan tarik terlampaui, benda uji akan terbelah menjadi dua bagian dari ujung ke ujung.

c. Kuat Lentur

Kekuatan lentur beton adalah kemampuan balok beton untuk menahan gaya dalam arah tegak lurus terhadap sumbu yang ditransmisikan kepadanya hingga balok beton runtuh dan dinyatakan dalam mega pascal (MPa). Tegangan lentur disebut modulus rupture.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil

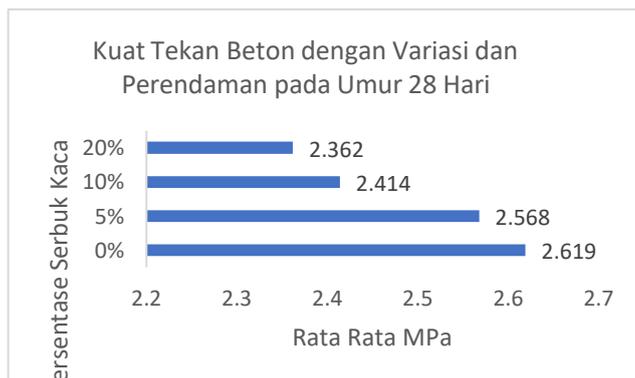
1. Kuat Tekan Beton

Dalam melakukan pengujian kuat tekan beton, benda uji menerima tekanan maksimum dengan menggunakan mesin Compression Testing Machine. Ketika beton yang diuji hancur atau rapuh, maka beton menerima beban maksimum (P) yang dinyatakan dalam satuan kN.

Tabel 4.

Kuat Tekan Beton dengan Variasi dan Perendaman pada Umur 28 Hari.

Benda uji 28 Hari	Kuat Tekan Aktual (MPa)	Rata rata
	28.025	
0%	27.459	27.271
	26.327	
	27.459	
5%	26.327	26.516
	25.761	
	27.459	
10%	24.628	25.761
	25.195	
	24.062	
20%	24.628	24.817
	25.761	



Gambar 7. Histogram Kuat Tekan vs Variasi dan Perbandingan pada Umur 28 Hari

Dari Gambar 7 grafik kuat tekan yang dihasilkan mengalami perubahan dan dibandingkan pada umur 28 hari terlihat bahwa jika menggunakan serbuk kaca yang banyak maka kuat tekan beton akan menurun dibandingkan dengan beton normal. Dari penambahan 5% serbuk kaca terjadi penurunan kuat tekan, dan dengan penambahan 20% serbuk kaca didapatkan penurunan yang signifikan sebesar 0,256

MPa. Hal ini menunjukkan bahwa serbuk kaca tidak direkomendasikan sebagai pengganti semen untuk digunakan dalam pengecoran

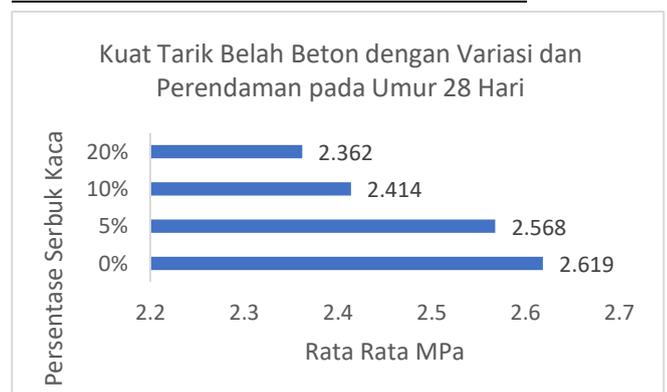
2. Kuat Tarik Belah Beton

Hasil yang didapatkan dengan pengujian kuat tarik belah beton dengan variasi serbuk kaca 0%, 5%, 10% dan 20% dapat dilihat pada:

Tabel 5.

Kuat Tarik Belah Beton pada Variasi dan Perendaman pada Umur 28 Hari.

Variasi	Umur beton	ft	Rata-rata
		2.406	
0%		2.619	2.619
		2.831	
		2.831	
5%		2.477	2.571
	28	2.406	
		2.477	
10%		2.335	2.406
		2.406	
		2.265	
20%		2.477	2.359
		2.335	



Gambar 8. Grafik Kuat Tarik Belah Beton pada Variasi dan Perendaman pada Umur 28 Hari.

Dilihat dari persentase sama seperti pengujian tekan beton, di pengujian ini jika penggunaan serbuk kaca yang kebanyakan maka akan membuat membuat beton semakin lemah atau tidak kuat jika dibandingkan dengan beton normal.

3. Kuat Lentur Beton

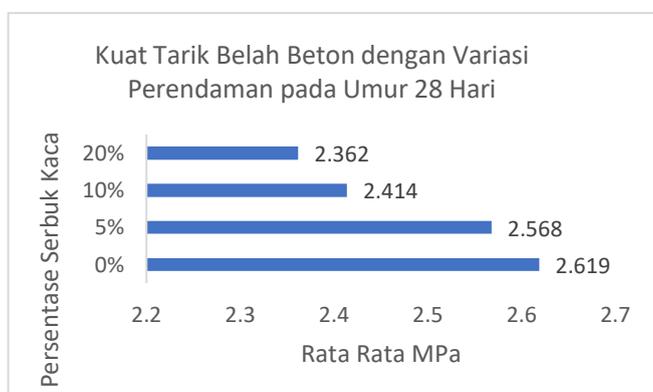
Hasil perhitungan pengujian kuat lentur beton menggunakan fly ash 15% sebagai pengganti semen

dengan variasi serbuk kaca 0%, 5%, 10% dan 20% sebagai substitusi agregat halus pada umur 28.

Tabel 6.

Kuat Lentur Beton pada Variasi dan Perendaman pada Umur 28 Hari.

Variasi	Umur beton	ft	Rata-rata
0%	28	2.927	2.619
		2.619	
		2.311	
		2.311	
5%	28	2.773	2.568
		2.619	
		2.157	
		2.157	
10%	28	2.773	2.414
		2.311	
		2.157	
		2.157	
20%	28	2.619	2.362
		2.311	

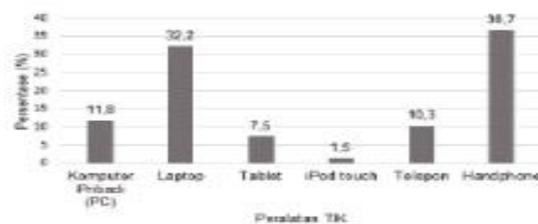


Gambar 9. Kuat Lentur Beton pada Variasi dan Perendaman pada Umur 28 Hari

Berdasarkan gambar diatas persentase grafik yang menggunakan serbuk kaca paling sedikit menemukan hasil yang lebih kuat disbanding dengan serbuk kaca dengan variasi tertinggi. Hasil yang didapatkan hasilnya sama dengan pengujian kuat tekan beton dan kuat lentur.

Hasil termasuk hasil dan data kualitatif dan / atau kuantitatif dari proses penelitian. Bagian ini juga dapat memuat tabel dan / atau gambar. Tabel diberi nomor secara berurutan dan diberi judul secara singkat, ditempatkan di atas tabel dan diketik dengan huruf besar pada awal setiap kata. Gambar, termasuk grafik, bagan, diagram, peta, foto, atau sketsa diberi nomor secara berurutan dengan anotasi dan ditempatkan di bawah gambar.

Perhatikan bahwa tabel tidak berisi garis-garis vertikal (tegak) dan garis horizontal (datar) hanya di awal, baris judul, dan akhir tabel.. Berikut ini adalah contoh penulisan tabel dan gambar.



Gambar 1. Persentase mahasiswa yang memiliki peralatan TIK

Tabel 1.

Persentase Mahasiswa yang Memiliki Peralatan TIK

No	Peralatan TIK	Persen (%)
1	Komputer Pribadi	11.8
2	Laptop	32.2
3	Tablet	7.5
4	iPod Touch	1.5
5	Telepon	10.3
6	Handphone	36.7

Pembahasan

1. Hubungan antara Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Pada penelitian diperoleh nilai kuat tekan beton umur 28 hari dengan menggunakan varian serbuk kaca 0%, 5%, 10 dan 20% diperoleh masing-masing sebesar 27.271 MPa, 26.516 MPa,

25.716 MPa dan 24.817 MPa. Untuk nilai kuat tarik beton dengan serbuk kaca 0%, 5%, 10 dan 20% variasinya masing-masing adalah 2619 MPa, 2571 MPa, 2406 MPa dan 2359 MPa.

Tabel 7.

Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Belah

Variasi Serbuk Kaca	$f'c$	ft	Persentase Hubungan
0%	27.260	2.619	9.606
5%	26.404	2.571	9.738
10%	25.727	2.406	9.353
20%	24.724	2.359	9.542

Pada varian serbuk kaca nilai kuat tarik 0% sebesar 9,606 %, nilai kuat tekan sebesar 9,606 %, pada varian serbuk kaca nilai kuat tarik 5% nilai kuat tekan sebesar 9,738 %. pada varian serbuk kaca nilai kuat tarik 5% nilai kuat tekan 9,738 % pada variasi serbuk kaca, nilai kuat tarik 10% adalah 9,353. % nilai kuat tarik kuat tekan, pada variasi serbuk kaca 20% nilai kuat tariknya adalah 9,542% nilai kuat tekan kekuatan. Dapat disimpulkan bahwa dari nilai tersebut telah memenuhi syarat ketentuan, yaitu berkisar antara 7% - 11% dari kuat tekannya dengan rata-rata berkisar 9%.

2. Hubungan antara Kuat Tekan dan Kuat Tekan

Dalam penelitian diperoleh nilai kuat tekan beton pada umur 28 hari dengan menggunakan variasi serbuk kaca 0%, 5%, 10% dan 20% secara berturut-turut adalah 27,271 MPa, 26,516 MPa, 25,716 MPa dan 24,817 MPa. Untuk nilai kuat lentur beton dengan variasi serbuk kaca 0%, 5%, 10% dan 20% secara berturut-turut adalah 2,691 MPa, 2,571 MPa, 2,406 MPa, dan 2,359 MPa.

Tabel 8.

Hubungan Kuat Tekan Dengan Kuat Tarik Belah

Variasi Serbuk Kaca	$f'c$	fr	Nilai Korelasi (x)
0%	27.260	2.619	0.502
5%	26.404	2.568	0.500
10%	25.727	2.414	0.476
20%	24.724	2.362	0.475

Hubungan kuat tekan dengan kuat lentur berbanding terbalik dengan bertambahnya

persentase variasi serbuk kaca yang digunakan dimana diperoleh pada variasi serbuk kaca 0% nilai kuat lentur $0,502\sqrt{f'c}$ dari nilai kuat tekan beton, pada variasi serbuk kaca 5% nilai kuat lentur $0,500\sqrt{f'c}$ dari nilai kuat tekan beton, pada serbuk kaca 10% nilai kuat lentur $0,476\sqrt{f'c}$ dari nilai kuat tekan beton, pada variasi serbuk kaca 20% nilai kuat lentur $0,475\sqrt{f'c}$ dari nilai kuat tekan beton.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan dalam pembuatan benda uji silinder dan balok pada penambahan fly ash 15% terhadap semen dan substitusi variasi serbuk kaca 5%, 10% dan 20% terhadap agregat halus. Pada kuat tekan beton didapatkan nilai hasil pengujian maksimal pada variasi serbuk kaca 5% yang mencapai 26,516 MPa dimana diperoleh kenaikan 1,516% dari kuat tekan rencana yaitu 25 MPa.

Dari hasil pengujian bahan tambah fly ash 15% dan substitusi serbuk kaca, jika semakin tinggi penggunaan serbuk kaca maka semakin menurun nilai yang diperoleh, namun untuk hubungan kuat tekan dan kuat tarik belah meskipun menurun tetapi masih memenuhi syarat ketentuan yaitu berkisar 7%-11%. Begitu juga pada hubungan kuat lentur beton dan kuat tekan masih memenuhi syarat ketentuan.

Saran

Berdasarkan kesimpulan dari hasil penelitian maka diajukan beberapa saran sebagai bahan pertimbangan antara lain :

1. Untuk penelitian selanjutnya agar penggunaan serbuk kaca tidak lebih dari 20% karena dapat menurunkan mutu beton.
2. Disarankan untuk penelitian selanjutnya agar menambahkan bahan admixture dan mengambil mutu beton rencana lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agusri, E., & Efranda, F. (2020). Pengaruh Penambahan Fly Ash Dan Serbuk Kaca Terhadap Kuat Tekan Beton K-300. Bearing: Jurnal Penelitian dan Kajian Teknik Sipil, 6(2), 97-106..
- Badan Standar Nasional, SNI 1974:2011, "Metode Uji Kuat Tekan Spesimen Beton Silinder".

- Badan Standar Nasional, SNI 03-2491-2002, "Metode Pengujian Kuat Tarik Beton".
- Badan Standar Nasional, SNI 4432:2011, "Cara Uji Lentur Beton Normal Dengan Dua Titik Pembebanan"
- Karwur, H. Y., Tenda, R., Wallah, S. E., & Windah, R. S. (2013). Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Sipil Statik*, 1(4).
- Punusingon, M. A., Handono, B. D., & Pandaleke, R. E. (2019). Uji Eksperimental Kuat Tekan Beton Daur Ulang Dengan Bahan Tambah Abu Terbang (Fly Ash) Dan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen. *Jurnal Sipil Statik*, 7(1).
- Purnomo, H., & Hisyam, E. S. (2014). Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen Pada Campuran Beton Ditinjau Dari Kekuatan Tekan Dan Kekuatan Tarik Belah Beton. In *Forum Profesional Teknik Sipil (Vol. 2, No. 1, p. 55681)*. Bangka Belitung University.
- SNI 03-1974-2011. "Cara Uji Kuat Tekan dengan Benda Uji Silinder"
- SNI 03-6889. "Tata Cara Pengambilan Contoh Agregat."
- SNI 2816-2014. "Kadar Organik."
- Syaka, D. R. W. (2013). Pembuatan Beton Normal dengan Fly Ash Menggunakan Mix Desain yang Dimodifikasi.
- Tanijaya, Jonie.(2004) "Pedoman Pelaksanaan Praktikum Beton",Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Sipil Fakultas Teknik UKI Paulus Makassar.