

Studi Karakteristik Kuat Tekan Beton Dengan Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen

Izah Wijayanzah¹, Hanafi Ashad², Arsyad Fadhil³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia
Jl. Urip Sumoharjo Km 05 Panaikang, Kec. Panakkukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90231
Email: ¹izah.wijayanzah@gmail.com; ²hanafi.ashad@umi.ac.id; ³arsyad.fadhil@umi.ac.id

ABSTRAK

Penemuan beton prategang sejak beberapa dekade lalu menjadi motivasi munculnya berbagai penelitian untuk peningkatan kinerja material konstruksi. Konsep dalam penelitian ini diantaranya berupa pengujian beberapa material beton dengan substitusi menggunakan bahan yang tidak konvensional untuk dilihat pengaruhnya pada kinerja beton. Salah satu material yang sudah mulai dicobakan yaitu limbah kaca yang merupakan limbah dari sektor perindustrian, konstruksi, maupun rumah tangga yang tentunya berpotensi mencemari lingkungan yang perlu dialihkan dengan pemanfaatan yang berkelanjutan. Berdasarkan karakteristiknya, serbuk kaca berpotensi sebagai material pozzolan yang mengindikasikan perlunya dicoba sebagai substitusi filler pada beton. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh substitusi filler pada beton dengan serbuk kaca khususnya untuk variabel kuat tekan dan nilai slump hingga diperoleh persentase serbuk kaca yang dapat memberikan kuat tekan beton maksimum. Campuran direncanakan dengan metode ACI 211.1 – 91. Penelitian eksperimental dengan mencoba beberapa kadar substitusi serbuk kaca pada filler yaitu 0%, 3%, 6%, 9%, dan 15% dengan kode berturut-turut yaitu KC-0, KC-3, KC-6, KC-9 dan KC-15. Benda uji beton silinder dengan diameter 15/30 cm berumur 7, 14, 21, dan 28 hari diuji kuat tekan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kuat tekan paling tinggi diperoleh dari komposisi serbuk kaca 9% dan paling rendah pada kadar kaca 15%.

Kata kunci: kuat tekan beton, slump, limbah kaca, serbuk kaca

ABSTRACT

The discovery of prestressed concrete since several decades ago has motivated the emergence of various studies to improve the performance of construction materials. The concepts in this study include testing several concrete materials by substitution using unconventional materials to see their effect on concrete performance. One of the materials that has been tested is glass waste which originates from the industrial, construction, and household sectors which of course has the potential to pollute the environment which needs to be diverted to sustainable use. Based on its characteristics, glass powder has the potential as a pozzolanic material which indicates the need to try it as a filler substitution in concrete. This study aims to analyze the effect of filler substitution on concrete with glass powder, especially for the compressive strength and slump values to obtain the percentage of glass powder that can provide maximum concrete compressive strength. The mixture was planned using the ACI 211.1 – 91 method. Experimental research by trying several levels of glass powder substitution on the filler, namely 0%, 3%, 6%, 9%, and 15% with consecutive codes, namely KC-0, KC-3, KC-6, KC-9 and KC-15. Cylindrical concrete specimens with a diameter of 15/30 cm aged 7, 14, 21, and 28 days were tested for compressive strength. The test results showed that the highest compressive strength was obtained from the composition of 9% glass powder and the lowest was at 15% glass content.

Keywords: compressive strength of concrete, slump, glass waste, glass powder

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi beton yang cukup pesat sejak ditemukannya beton prategang menjadi pemicu munculnya berbagai terobosan dan penelitian dengan intensi untuk peningkatan kinerja material konstruksi khususnya beton (Kuncoro et al., 2018). Pengembangan penelitian beton meliputi percobaan material alternatif sebagai bahan tambah atau material substitusi yang dipandang tidak konvensional menjadi bagian campuran beton namun dicobakan untuk dilihat pengaruhnya pada kinerja beton (Karwur et al., 2013). Selain itu juga dikembangkan inovasi dalam metode produksi berbagai tipe beton dan peruntukannya mulai dari beton ringan, tinggi, maupun yang berkinerja tinggi (Almufid, 2015).

Kinerja beton sangat dipengaruhi karakteristik material penyusunnya atau material tambahan yang berperan baik sebagai bahan tambah maupun substitusi parsial dan menyeluruh dalam campuran (Firyanto, 2018). Interaksi kimiawi material yang semakin baik menghasilkan beton dengan kinerja optimal (Doda, 2015). Dalam pemilihan material substitusi, bentuk material yang beragam (cairan, serat, serbuk, bubuk) dapat menjadi pertimbangan. Penelitian terdahulu membuktikan bahwa beberapa percobaan menggunakan material substitusi berakhir dengan ketidakberhasilan untuk memperbaiki bahkan beberapa lainnya berdampak buruk pada kinerja beton yang sebagian besar disebabkan karena ketidakcocokan karakteristik dengan material penyusun beton lainnya (Karwur et al., 2013). Karena itu, *trial and error* perlu dilakukan. Inilah alasan peneliti merasa perlu mencoba substitusi *filler* dengan limbah kaca dalam campuran beton lalu melihat pengaruhnya pada kuat tekan dan nilai *slump* beton.

1.2 Rumusan Masalah

Berikut perumusan masalah dalam penelitian ini:

- 1) Bagaimanakah pengaruh penambahan serbuk kaca sebagai substitusi *filler* terhadap kuat tekan beton?
- 2) Bagaimanakah pengaruh penambahan serbuk kaca sebagai substitusi *filler* terhadap nilai *slump*?
- 3) Berapakah persentase serbuk kaca yang menghasilkan kuat tekan beton maksimal?

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan sebagai berikut:

- 1) Menganalisis pengaruh penambahan serbuk kaca sebagai substitusi *filler* terhadap kuat tekan beton.
- 2) Menganalisis pengaruh penambahan serbuk kaca sebagai substitusi *filler* terhadap nilai *slump*.
- 3) Menentukan persentase serbuk kaca yang menghasilkan kuat tekan beton maksimal.

2. Metode Penelitian.

Beberapa tahapan mulai dari persiapan, pembuatan, dan pengujian benda uji dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Muslim Indonesia, Makassar.

Secara rinci, berikut tahapan dalam penelitian ini

- a) Tahap Persiapan
Meliputi pengujian dasar untuk agregat halus dan kasar yaitu analisa saringan, kadar air, berat volume, berat jenis dan penyerapan, kadar lumpur dan keausan. Serbuk kaca diperoleh dengan pengumpulan potongan kaca dari sisa bangunan lalu dihancurkan hingga berbentuk serbuk dengan mesin Los Angeles lalu diayak dengan saringan No. 200.
- b) Tahap Perencanaan Campuran dan Pembuatan benda uji
Mix Design dan pencampuran dilakukan dengan metode ACI 211.1-91.
Pemeriksaan Nilai Slump pada adonan beton

Pengecoran campuran beton ke dalam acuan silinder diameter 15/30 cm.

c) Tahap Perawatan dan Pengujian
Perawatan beton melalui perendaman umur 7, 14, 21 hingga 28 hari lalu tiap sampel diuji kuat tekan.

d) Tahap Analisis Data
Hasil pengujian ini kemudian dicatat dan diplot pada grafik sehingga bisa dilihat

pengaruh penambahan kadar serbuk kaca pada kuat tekan beton.

3. Hasil dan Pembahasan

Sebelum dilakukan perhitungan perencanaan mix design, maka terlebih dahulu dilakukan pemeriksaan karakteristik material beton sehingga dapat memenuhi persyaratan. Berikut adalah hasil yang diperoleh:

Tabel 1. Hasil pemeriksaan agregat halus (pasir) dilaboratorium struktur dan bahan

No.	Karakteristik Pasir	Nilai	Spesifikasi
1.	Modulus kehalusan	2,305	2,3-3,1
2.	Kadar air	3,235%	
3.	Berat volume padat	1,52	1,275-1,75 kg/ltr
4.	Berat volume gembur	1,40	1,275-1,75 kg/ltr
5.	<i>Specific Gravity</i>	2,729	2,4-2,9
6.	Absorpsi	1,84	1-3%
7.	Kadar lumpur	4,16%	Max 5%
8.	Kadar organik	Warna bening kekuningan	

Tabel 2. Hasil pemeriksaan agregat kasar (kerikil) dilaboratorium struktur dan bahan

No.	Karakteristik Pasir	Nilai	Spesifikasi
1.	Modulus kehalusan	6,548	6,0-7,1
2.	Kadar air	2,270%	-
3.	Berat volume padat	1,67	1,2-1,75 kg/ltr
4.	Berat volume gembur	1,56	1,2-1,75 kg/ltr
5.	<i>Specific Gravity</i>	2,634	2,4-2,9
6.	Absorpsi	2,066%	≤3%
7.	Kadar lumpur	0,279%	≤1%
8.	Keausan	22,83%	≤40%

Tabel 3. Hasil pemeriksaan semen portland

No.	Karakteristik Pemeriksaan Semen	Nilai	Spesifikasi
1.	Berat jenis semen	3,048	3,0-3,25
2.	Kehalusan semen #No. 100	2%	10%
3.	Kehalusan semen #No. 200	5%	10%
4.	Berat volume (padat)	1,234 kg/ltr	1,1-1,4 kg/ltr
5.	Berat volume (gembur)	1,125 kg/ltr	1,1-1,4 kg/ltr
6.	Konsistensi normal	25%	10 ± 1 %
7.	Waktu ikat awal	25 mm	25 ± 1 mm
8.	Waktu ikat akhir	0 mm	25 ± 1 mm

3.1 Hasil Perencanaan Campuran (Mix Design)

Berdasarkan hasil pengujian karakteristik material direncanakan komposisi bahan dan rasio jumlah antara semen, kaca, agregat (kasar dan halus),

dan air yang diperlukan dalam satu campuran beton untuk mencapai mutu yang direncanakan menurut American Concrete Institute (ACI 211.1-9). Adapun hasil perencanaan campuran beton adalah:

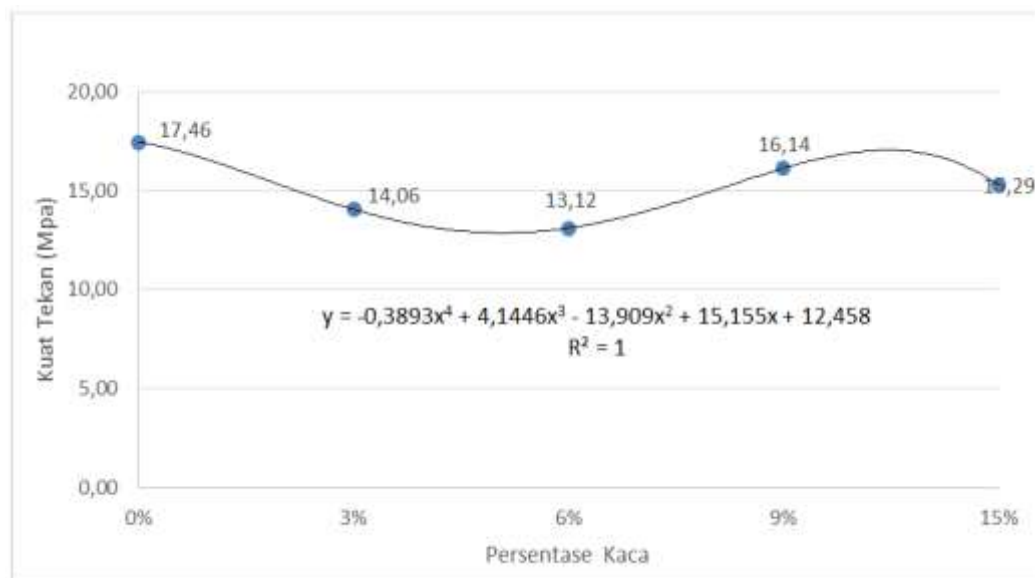
Tabel 4 kebutuhan masing – masing material berdasarkan hasil dari perhitungan perencanaan campuran beton untuk 60 benda uji (selinder)

No.	Uraian	Nilai	Satuan
1.	Air	66,280	kg
2.	Semen	109,651	kg
3.	Kaca	7,748	kg
4.	Agregat Kasar	422,620	kg
5.	Agregat Halus	305,725	kg

3.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

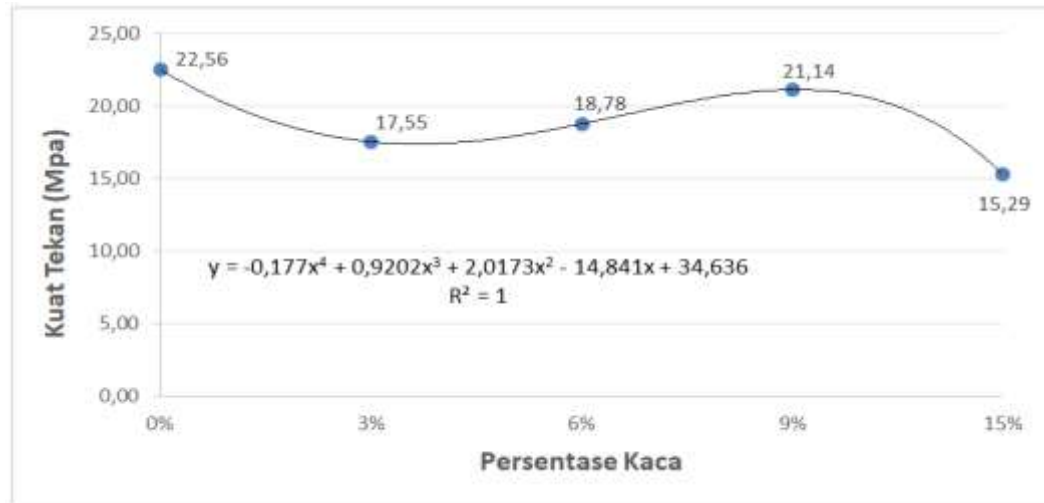
Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan memakai alat yang disebut *compressive machine*, dengan mesin ini beton dapat diuji kekuatannya dalam hal memikul beban tekan oleh benda uji beton. Langkah kerja dari pengujian ini adalah, memasukkan benda uji beton lalu pada

mesin tersebut akan terlihat beban pada benda uji beton dari arah vertikal, hingga benda uji tidak mampu lagi untuk memikul beban hancur. Adapun hasil kuat tekan, dapat dilihat pada tabel berikut:

**Gambar 1** Grafik hubungan antara kuat tekan dan % serbuk kaca untuk umur 7 hari

Gambar 1 menunjukkan bahwa beton berumur tujuh hari nilai kuat tekan rata-rata pada variasi kaca 0% adalah 17,46 MPa, setelah ditambah kaca 3% maka beton mengalami penurunan kekuatan dibandingkan dengan kaca 0% yaitu dengan selisih 3,4 MPa, kemudian ditambahkan lagi serbuk kaca pada variasi 6% maka beton mengalami penurunan lagi sebesar 0,94 MPa, namun pada variasi kaca 9% kemudian

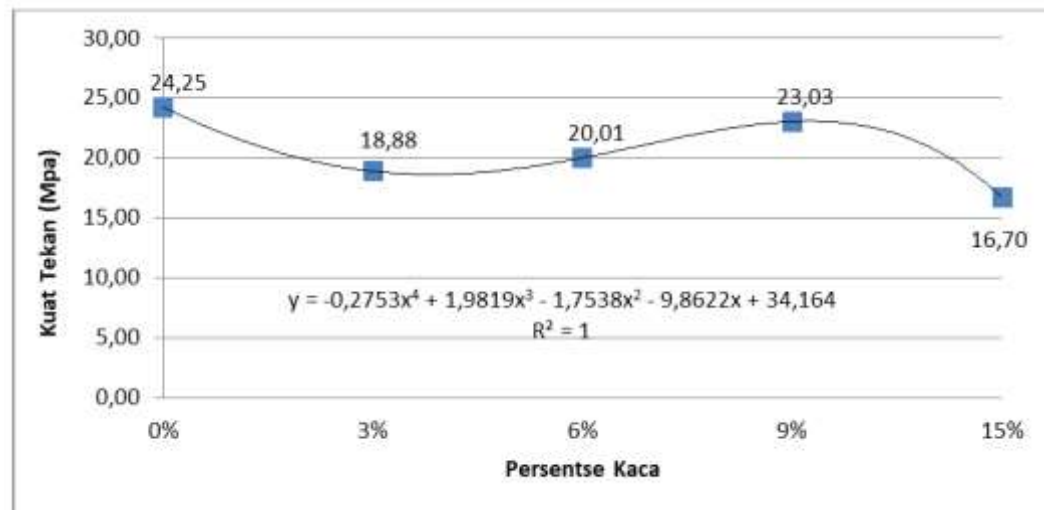
mengalami kenaikan kekuatan sebesar 3,02 MPa dan kembali turun lagi pada variasi kaca 15% dengan penurunan kekuatan sebesar 0,85% dari variasi kaca 9% tersebut. Dari analisa grafik tersebut menunjukkan tidak konsistennya nilai kuat tekan beton karena penambahan serbuk kaca sehingga memberikan tidakpastian dalam penggunaannya.



Gambar 2. Grafik hubungan antara kuat tekan dan % serbuk kaca untuk umur 14 hari.

Gambar 2 menunjukkan bahwa pada beton berumur 14 hari, nilai kuat tekan rata-rata pada variasi kaca 0% adalah 22,56 MPa, setelah ditambahkan kaca 3% maka beton mengalami penurunan kekuatan dibandingkan dengan kaca 0% yaitu dengan selisih 5,01 MPa, kemudian ditambahkan lagi serbuk kaca pada variasi 6% maka beton mengalami peningkatan sebesar 1,23 MPa, dan pada variasi kaca 9% kemudian

mengalami kenaikan kekuatan lagi sebesar 2,36 MPa, namun kembali menurun lagi pada variasi kaca 15% dengan penurunan kekuatan sebesar 5,85 MPa dari variasi kaca 9% tersebut. Dari analisa grafik tersebut menunjukkan tidak konsistennya nilai kuat tekan beton karena penambahan serbuk kaca sehingga memberikan ketidakpastian dalam penggunaannya.



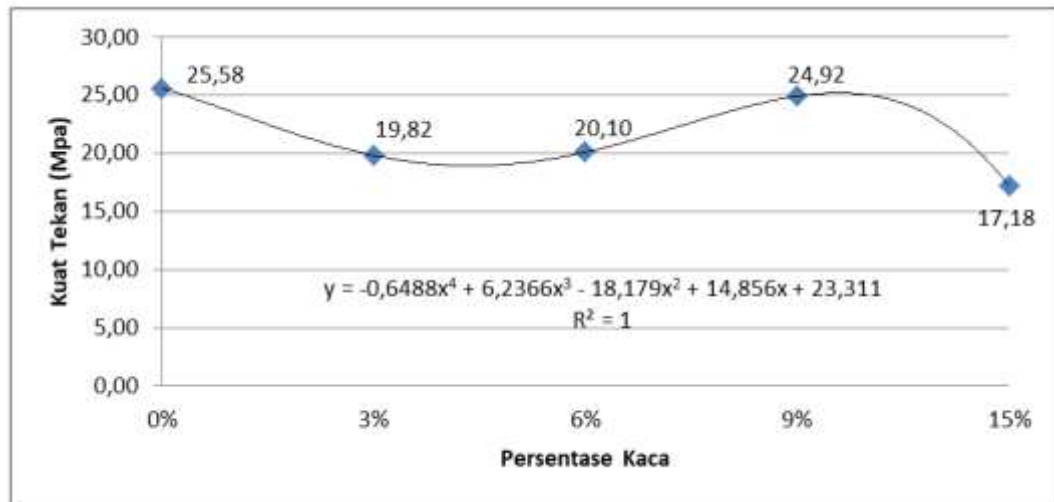
Gambar 3 Grafik hubungan antara kuat tekan dan % serbuk kaca untuk umur 21 hari

Gambar 3 menunjukkan bahwa beton berumur 21 hari nilai kuat tekan rata-rata pada variasi kaca 0% adalah 24,25 MPa, setelah ditambahkan kaca 3% maka beton mengalami penurunan kekuatan dibandingkan dengan kaca 0% yaitu dengan selisih 5,37 MPa, kemudian ditambahkan lagi serbuk kaca pada variasi 6% maka beton mengalami peningkatan sebesar 1,13 MPa, dan pada variasi kaca 9% kemudian

mengalami kenaikan kekuatan lagi yaitu dengan selisih 5,73 MPa, kemudian ditambahkan lagi serbuk kaca pada variasi 6% maka beton mengalami peningkatan sebesar 1,13 MPa, dan pada variasi kaca 9% kemudian mengalami kenaikan kekuatan lagi

sebesar 3,02 MPa, namun kembali menurun lagi pada variasi kaca 15% dengan penurunan kekuatan sebesar 6,33 MPa dari variasi kaca 9% tersebut. Dari analisa grafik tersebut

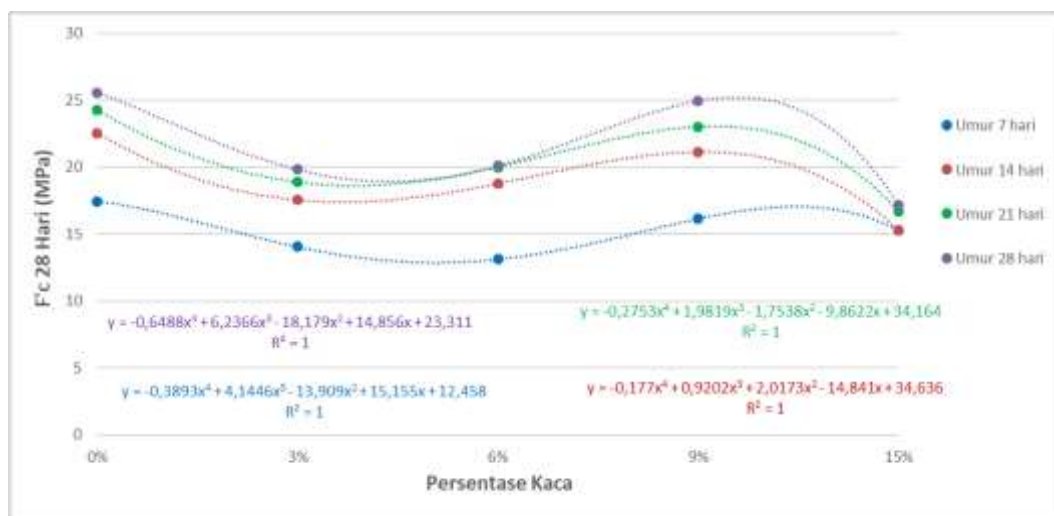
menunjukkan tidak konsistennya nilai kuat tekan beton karena penambahan serbuk kaca sehingga memberikan ketidakpastian dalam penggunaannya



Gambar 4 Grafik hubungan antara kuat tekan dan % serbuk kaca untuk umur 28 hari

Gambar 4 menunjukkan bahwa beton pada umur 28 hari nilai kuat tekan rata-rata pada variasi kaca 0% adalah 25,58 MPa, setelah ditambahkan kaca 3% maka beton mengalami penurunan kekuatan dibandingkan dengan kaca 0% yaitu dengan selisih 5,76 MPa, kemudian ditambahkan lagi serbuk kaca pada variasi 6% maka beton mengalami peningkatan yang tidak begitu signifikan yaitu 0,28 MPa, dan pada variasi kaca

9% kemudian mengalami kenaikan kekuatan lagi sebesar 4,82 MPa, namun akhirnya kembali menurun lagi pada variasi kaca 15% dengan penurunan kekuatan yang begitu signifikan yaitu sebanyak 7,74 MPa dari variasi kaca 9% tersebut. Dari analisa grafik tersebut menunjukkan tidak konsistennya nilai kuat tekan beton karena penambahan serbuk kaca sehingga memberikan ketidakpastian dalam penggunaannya.



Gambar 5 Grafik hubungan kuat tekan dengan serbuk kaca di umur 7, 14, 21 dan 28 hari

Gambar 5 memperlihatkan bahwa variasi kaca 0% tetap unggul diantara variasi kaca lainnya yang dimana variasi kaca 0% ini adalah beton normal dengan nilai kuat tekan 25.58 Mpa, namun dari grafik tersebut didapatkan juga nilai kuat tekan maksimum pada beton dengan variasi kaca 9% dengan nilai

kuat tekan maksimum yaitu 24.92 Mpa yang dimana selisih antara nilai kuat tekan beton normal dan nilai kuat tekan maksimum beton serbuk kaca (9%) adalah 0,66 MPa dan nilai kuat tekan paling minimum di dapatkan pada variasi kaca 15% dengan nilai kuat tekan adalah 16.70 Mpa pada umur 28 hari.

3.3 Hasil Pengujian Slump Test Beton

Tabel 5 Hasil pengujian slump test

Penambahan serbuk benda uji	Slump Rencana (mm)	Slump yang dipadatkan (mm)
0%	75-100	77
3%	75-100	80
6%	75-100	81
9%	75-100	83
15%	75-100	86

4. Penutup

4.1 Kesimpulan

Berikut adalah beberapa kesimpulan dari penelitian ini:

- 1) Pengaruh serbuk kaca sebagai substitusi/pengganti semen bervariasi tergantung berapa jumlah penambahan serbuk kaca tersebut, semakin sedikit penambahan serbuk kaca maka makin rendah nilai kuat tekan beton namun juga semakin banyak pula penambahan serbuk kaca pada campuran beton maka semakin rendah lagi kuat tekan beton tersebut. Dari analisa tersebut menunjukkan nilai kuat tekan beton yang tidak konsisten karena penambahan serbuk kaca sehingga memberikan ketidakpastian dalam penggunaannya.
- 2) Pengaruh serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen terhadap nilai slump ternyata tidak memberikan nilai yang begitu signifikan, nilai slump setiap variasi kaca adalah relatif dan masih termasuk dalam batas perencanaan.
- 3) Di umur beton yang ke-28 hari dapat diketahui bahwa nilai kuat tekan rata-rata kaca 0% (beton

normal) adalah 25.58 MPa atau yang tertinggi di semua variasi serbuk kaca, sementara untuk variasi kaca 3% mengalami penurunan kekuatan yaitu 19.82 MPa lalu kembali naik pada variasi kaca 6% yaitu 20.10 MPa dan terus naik sampai pada variasi kaca 9% dengan nilai kuat tekan mencapai 24.92 MPa hingga akhirnya mengalami penurunan drastis pada variasi kaca 15% dengan nilai kuat tekan 16.70 MPa, sehingga berdasarkan data tersebut didapatkan titik kuat tekan maksimum beton dengan variasi kaca adalah 9%.

4.2 Saran

Berikut saran-saran untuk pengembangan penelitian ini:

- 1) Penggunaan serbuk kaca dari limbah bangunan pada beton sebagai alternatif untuk mengurangi penggunaan semen sendiri pada bangunan perlu diteliti lebih dalam lagi baik dari kuat tekan dan kuat tarik belah maupun sifat-sifat kimiawi lainnya.
- 2) Disarankan agar para peneliti selanjutnya sebaiknya melakukan penelitian dengan menggunakan kaca sebagai substitusi semen mulai

dari persentase yang rendah dengan interval 2% agar dapat dilihat kenaikan kuat tekan beton.

- 3) Dapat dilakukan juga penelitian dengan menggunakan jenis kaca yang lain.

Daftar Pustaka

- Almufid, A. (2015). Beton Mutu Tinggi dengan Bahan Tambahan. *Fondasi : Jurnal Teknik Sipil*, 4(2), 81–87.
<https://doi.org/10.36055/jft.v4i2.1239>
- Doda, N. (2015). Uji Karakteristik Beton Terhadap Perlakuan Pencampuran Spesi Yang Didapatkan Dengan Yang Tidak Didapatkan. *RADIAL – JuRnal PerADaban SaIns, RekayAsa Dan TeknoLogi*, 3(2), 154–163.
- Firyanto, R. P. (2018). *Pengaruh Kuat Tekan Mortar Campuran Silica Fume Sebagai Substitusi Semen (K-300) Dengan Air Laut Sebagai Rendaman*. Universitas 17 Agustus 1945.
- 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), 276–281.
- Kuncoro, H. B. B., Darwis, Z., Baehaki, B., & N.R, R. M. (2018). Pemanfaatan Limbah Gas Estilen Menggunakan Portland Composite Cement (PCC) dan HR Water Reducer Ligno C 491 Sebagai Pembuatan Beton. *Jurnal Fondasi*, 7(2), 63–70.
<https://doi.org/10.36055/jft.v7i2.4076>