

## PENGARUH PENGGUNAAN SERBUK KACA SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEBAGIAN AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Titin Ode<sup>1)</sup>, Tonny Sahusilawane<sup>2)</sup>, Meyke Marantika<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Ambon

<sup>1)</sup>titinode180@gmail.com, <sup>2)</sup>tonnysahusilawane@gmail.com, <sup>3)</sup>meymarantika@gmail.com

### ABSTRACT

Some of this bottle waste is directly disposed of into open land without any treatment. One alternative use for beer glass bottle waste is to make it a substitute for fine aggregate in concrete mixture, by processing it into pounded glass powder until it smoothly passes filter no. 12. The addition of glass powder by 0%, 2.5% and 5%. The concrete test specimen measures 15×15×15 cm and is planned according to the SNI method 03-2834- 2000. The test parameters carried out are in the form of a slump test and concrete compressive strength with a compressive strength standard of 200 Kg / cm<sup>2</sup> at a concrete age of 7 days. The results obtained in this study were the compressive strength of concrete the percentage of using 0% glass powder of 264.29 kg / cm<sup>2</sup>, 2.5% of 252.26 kg / cm<sup>2</sup>, and 5% of 192.80 kg / cm<sup>2</sup>. Slump test values percentage 0% 8 cm, 2.5% 8.8 cm and 5% 10.8 cm. So it can be concluded that the use of glass powder as a substitute for some fine aggregate against concrete compressive strength affects the quality of concrete compressive strength with a variation of 2.5% can increase the compressive strength of concrete greater than normal concrete. However, the more glass powder, the lower the compressive strength of the concrete obtained. While the use of glass powder as a substitute for some fine aggregates affects the value of the slump test, the more the percentage of the use of glass powder in the concrete mixture, the higher the slump value.

### ABSTRAK

Salah satu alternatif pemanfaatan pada limbah botol kaca bir dengan menjadikannya sebagai bahan pengganti agregat halus pada campuran beton, dengan cara diolah menjadi serbuk kaca ditumbuk sampai halus lolos saringan no 12. Penambahan serbuk kaca sebesar 0%, 2,5% dan 5%. Benda uji beton berukuran 15×15×15 cm dan direncanakan sesuai dengan metode sni 03-2834- 2000. Parameter pengujian yang dilakukan berupa slump test dan kuat tekan beton dengan standar kuat tekan 200 Kg/cm<sup>2</sup> pada umur beton 7 hari. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini yaitu kuat tekan beton persentase penggunaan serbuk kaca 0% sebesar 264,29 kg/cm<sup>2</sup>, 2,5% sebesar 252,26 kg/cm<sup>2</sup>, dan 5% sebesar 192,80 kg/cm<sup>2</sup>. Nilai slump test persentase 0% 8 cm, 2,5 % 8.8 cm dan 5 % 10.8 cm. Maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan serbuk kaca sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus terhadap kuat tekan beton berpengaruh terhadap mutu kuat tekan beton dengan variasi 2,5 % dapat meningkatkan kuat tekan beton lebih besar dari beton normal. Akan tetapi semakin banyak serbuk kaca maka semakin menurun kuat tekan beton yang didapatkan. Sedangkan Penggunaan serbuk kaca sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus berpengaruh terhadap nilai slump test semakin banyak persentase penggunaan serbuk kaca pada campuran beton maka semakin tinggi nilai slumpnya.

**Kata kunci :** *Kuat tekan beton Serbuk Kaca, slump Test*

### 1. PENDAHULUAN

Beton merupakan bahan konstruksi yang sering digunakan pada proyek konstruksi, karena memiliki beberapa keunggulan salah satunya seperti biayanya yang relatif murah dan bahan penyusunnya yang mudah didapatkan. Bahan pengganti merupakan merupakan bahan yang digantikan pada saat atau selama pencampuran berlangsung. Fungsi dari material pengganti campuran beton adalah merubah sifat beton agar menjadi sesuai dengan pekerjaan tertentu atau menghemat biaya (Amirwati, 2019). Beberapa material

pengganti secara efektif mampu meningkatkan mutu beton. Material tersebut berasal dari berbagai sumber diantaranya limbah industri dan rumah tangga, (H.mustafa,2020).

Salah satu limbah kaca yang sering dijumpai disekitar daerah tempat tinggal kita yaitu limbah botol kaca bir warna hijau. Mengingat Limbah botol kaca ini merupakan limbah yang tidak bisa didaur ulang secara alami. Sebagian Limbah botol kaca bir langsung dibuang kelahan terbuka tanpa adanya pengolahan, limbah botol kaca bir ini dalam keadaan pecah dapat membahayakan

orang sekitar bila mengenainya. Limbah botol kaca bir ini dapat dimanfaatkan lebih optimal agar memiliki nilai jual yang lebih tinggi. Tujuan Penelitian ini yaitu pemanfaatan limbah botol kaca dijadikannya sebagai bahan pengganti agregat halus pada campuran beton, penambahan limbah botol kaca bir ini dilakukan dengan cara diolah menjadi serbuk kaca dengan ditumbuk sampai halus dengan lolos saringan no 12. Serbuk kaca yang dimaksud yaitu serbuk kaca dalam butiran yang sama dengan ukuran pasir yang lolos saringan no 12.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pengertian Beton

Berdasarkan SNI-03-2847-2000, beton adalah campuran antara semen Portland atau semen hidraulik yang lain, agregat halus, agregat kasar dan air dengan atau tanpa bahan tambah membentuk massa padat. Beton merupakan material yang menyerupai batu diperoleh dengan membuat suatu campuran. Campuran dengan proporsi tertentu dari semen, pasir dan agregat lainnya dan air untuk membuat campuran tersebut menjadi keras dalam cetakan sesuai dengan bentuk yang diinginkan. Salah satu kekuatan beton adalah termasuk bahan yang berkekuatan tinggi. Bila dibuat dengan cara yang baik, kuat tekannya dapat sama dengan batuan alami (Tjokrodimaljo, 1996).

### 2.2 Beton Serat

Beton serat merupakan beton yang terdiri dari semen, air, agregat halus, agregat kasar dan serat (serat baja, plastik, glass maupun serat alami) yang tersebar secara diskontinu. Menurut Tjokrodimaljo (2004: XII.15) "Beton serat adalah bahan komposit yang terdiri dari beton biasa dan bahan lain yang serupa serat. Serat pada umumnya berupa batang-batang dengan diameter antara 5 dan 500 mikro meter dan panjang sekitar 25 mm sampai 100 mm.

### 2.3 Bahan Penyusun Beton

#### 2.3.1 Semen

Semen portland adalah sebagai semen hidrolik yang dihasilkan dengan menggiling klinker yang terdiri dari kalsium silikat hidrolik, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya. (Ikhsan et al., 2016).

#### 2.3.2 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 (Tjokrodimaljo 1996).

#### a). Agregat Kasar

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

- 1) Agregat kasar tidak boleh mengandung kadar lumpur yang maksimum 1%
- 2) Agregat kasar tidak boleh mengandung zat-zat yang reaktif terhadap alkali
- 3) 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
- 4) Agregat kasar tidak mengandung butiran yang panjang dan pipih lebih dari 20%,
- 5) 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%.

#### b). Agregat Halus

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:

- 1) Agregat halus tidak boleh mengandung lumpur lebih dari 5%.
- 2) 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 pembanding.
- 3) Agregat halus memiliki modulus butir halus antara 1,50-3,80.
- 4) Agregat halus tidak boleh reaktif terhadap alkali.
- 5) Kekekalan jika diuji dengan natrium sulfat bagian yang hancur maksimum 10% dan jika di pakai magnesium sulfat bagian yang hancur maksimum 15%.

#### 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. Menurut standar bahan bangunan bagian A (SK-SNI S-04-1989-F).

#### d) Kaca

Kaca memiliki sifat yang khas dari pada golongan keramik yang lain. Sifat khas kaca tersebut disebabkan

oleh proses pembentukannya yang mengandung silica. Kaca tahan terhadap abrasi, cuaca dan zat kimia dikarenakan kaca mengandung silika (Apriwelni & Wirawan, 2020). Kandungan serbuk kaca dapat dilihat pada sebagai berikut.

Tabel 1.Kandungan Kaca

Unsur	Serbuk Kaca
SiO2	61,72 %
Al2O3	3,45 %
Fe2O3	0,18 %
CaO	2,59 %

Sumber : N.Hanafiah, 2011

Pada tabel 1 diperoleh nilai silika/ SiO2 cukup tinggi yang terkandung dalam kaca yaitu sebesar 61,72 % . Silika ini berfungsi sebagai bahan pengisi pori untuk kedap air. Sehingga diharapkan dapat menjadikan beton yang kedap air.

**2.4 Slump Test**

Nilai slump digunakan untuk pengukuran terhadap tingkat kelecakan suatu adukan beton, yang berpengaruh pada tingkat pengerjaan beton (workability). Semakin besar nilai slump maka beton semakin encer dan semakin mudah untuk dikerjakan, sebaliknya semakin kecil nilai slump, maka beton akan semakin kental dan semakin sulit untuk dikerjakan. Nilai slump diperoleh dari selisih antara tinggi alat uji dengan penurunan kerucut benda uji. Semakin besar penurunan semakin besar nilai slump yang diperoleh.(Asih, 2018).

**2.5 Kuat Tekan Beton**

Menurut SNI 03-1974-1990,Kuat tekan beban beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan.Kuat tekan sangat dipengaruhi oleh beberapa factor, antara lain:

- Pengaruh mutu semen Portland.
- Pengaruh dari perbandingan adukan beton.
- Pengaruh air untuk membuat adukan.
- Pengaruh umur beton.
- Pengaruh waktu pencampuran.
- Pengaruh perawatan.

Pengaruh bahan campuran tambahan.

$$f'c = \frac{P}{A} \text{ (Mpa)} \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- f'c = Kuat Tekan Beton (N/mm2)
- P = Beban Maksimum (N)
- A = Luas Penampang (mm2)

**3. METODOLOGI**

**3.1 Lokasi Penelitian**

Penelitian dilakukan di UPTD Lab.Pengujian Bahan dan Peralatan Berat, bertempat di Passo kota Ambon.

**3.2 Variable Penelitian**

Penelitian ini akan dilakukan dengan tiga variabel yaitu variabel bebas, terikat, dan kontrol.

**a. Variabel Bebas**

Dalam penelitian ini variabel bebas yaitu presentase komposisi bahan pengganti yaitu limbah kaca yang digunakan dalam campuran beton sebesar 0%,2.5 % dan 5 % dari berat agregat halus.

**a. Variabel Terikat**

Variabel terikat pada penelitian ini yaitu hasil kuat tekan beton.

**b. Variabel Kontrol**

- a) Mutu beton K200.
- b) Ukuran beton kubus 15cm x 15cm x 15cm.
- c) Proses pembuatan menggunakan mixer beton.
- d) Perawatan beton selama 7 hari.

**3.3 Jenis Data**

Data pendukung yang diperoleh berupa data primer dan sekunder.

**a. Data Primer**

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di Laboratorium, yaitu:

- Analisa saringan agregat.
- Berat jenis dan penyerapan.
- Pemeriksaan kadar air agregat.
- Pemeriksaan kadar lumpur agregat.
- Pemeriksaan berat isi agregat.
- Perbandingan dalam campuran beton (*mix design*).
- Kekentalan adukan beton segar (*slump test*).
- Uji kuat tekan beton

**b. Data Sekunder**

Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber lain yang telah ada atau dari beberapa buku yang berhubungan dengan teknik beton (*literatur*), data teknis mengenai Standar Nasional Indonesia, serta buku-buku atau literatur sebagai penunjang guna memperkuat suatu penelitian yang dilakukan.

**3.4 Teknik Pengumpulan Data**

- a) Studi Pustaka
- b) Studi Eksperimental
- c) Wawancara

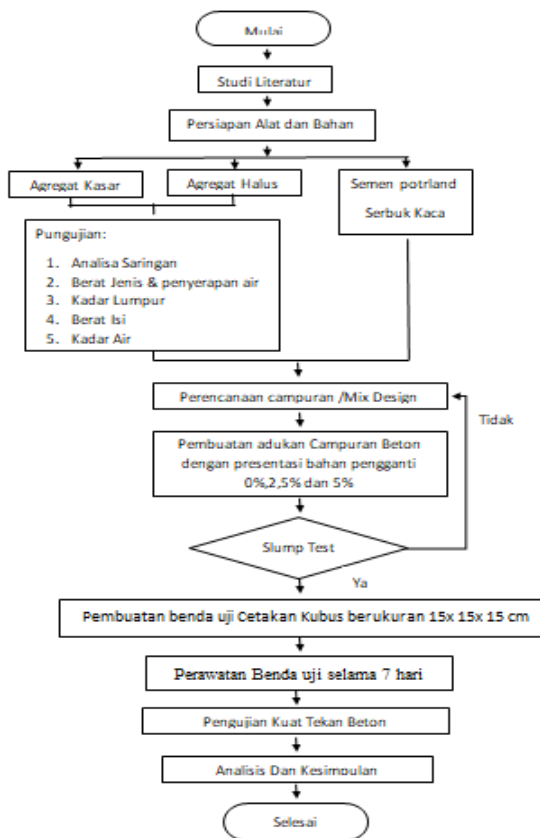
**3.5 Metode Analisis**

Adapun metode analisis yang perlu dilakukan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Studi Literatur  
Sebelum memulai penelitian, dilakukan studi literatur guna memahami tentang topik yang akan diteliti dengan membaca jurnal tentang beton, SNI dan ASTM yang berhubungan dengan topik penelitian.
- Menggunakan metode eksperimen yang dilakukan di Laboratorium Beton sesuai standar yang berlaku SNI dan ASTM untuk mendapatkan dan menganalisis data - data dari hasil pengujian material.
- Dari hasil pengujian bahan material yang lolos standar SNI dan ASTM digunakan untuk menentukan perhitungan *mix design*.
- Sampel yang dihasilkan yaitu BN dan BK dianalisa agar mengetahui nilai *slump test* dan kuat tekan beton sesuai sampel yang telah dibuat.
- Dan setelah itu pengambilan kesimpulan dilakukan dengan dasar analisis yang telah dilakukan sebelumnya. Setelah pengolahan data selesai maka penganalisisan dilakukan dengan literatur sebagai dasarnya. Dan setelah itu pengambilan kesimpulan.

**3.6 Diagram Alir Penelitian**

Alur penelitian secara rinci dapat dilihat pada gambar 1 berikut ini.



**Gambar 1. Diagram Alir Penelitian**  
(Sumber : Penulis, 2023)

**4. HASIL DAN PEMBAHASAN**

**4.1 Pengujian Slump Test**

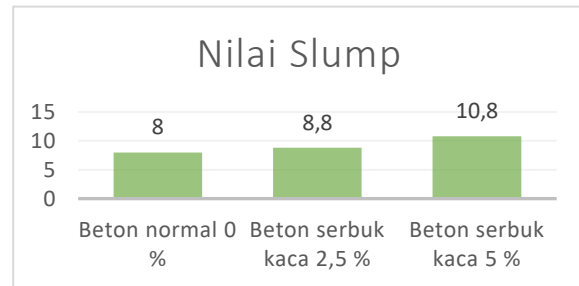
Pengujian slump dilakukan dengan kerucut abrams dengan cara mengisi kerucut abrams dengan beton segar sebanyak 3 lapis, tiap lapis kira-kira 1/3 dari isi kerucut pada tiap lapisan dilakukan penusukan sebanyak 25 x.

**Tabel 2. Hasil Pengujian Nilai Slump Test**

No	Variasi	Nilai slump (cm)
1	Beton Normal 0	8,0
2	Beton Serbuk Kaca 2,5 %	8,8
3	Beton Serbuk Kaca 5 %	10,8

Sumber : Penulis,2023

Berdasarkan Tabel 1 menjelaskan perbandingan nilai slump antara beton normal, beton serbuk kaca 2,5 %, dan beton serbuk kaca 5 % dimana pada beton normal didapatkan nilai slump yaitu 8,0 cm, sedangkan beton serbuk kaca 2,5% didapatkan nilai slump yaitu 8,8 cm dan beton serbuk kaca 5 % didapatkan nilai slump yaitu 10,8 cm. Jadi dapat disimpulkan bahwa pengaruh bahan tambah serbuk kaca terhadap campuran beton mengakibatkan kenaikan nilai slump, semakin banyak serbuk kaca semakin banyak nilai slumpnya. Berikut pada Gambar 1 dapat dilihat grafik naik dan turunnya nilai slumpnya.



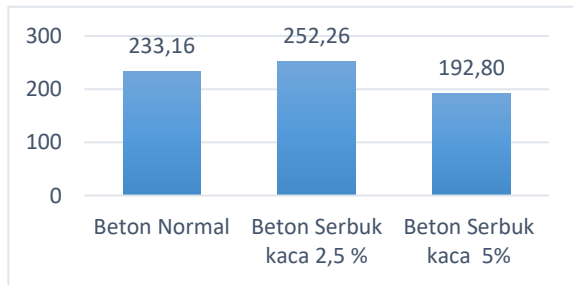
**Gambar 2. Grafik Nilai Slump Test**  
(Sumber : Penulis, 2023)

Dari grafik yang diperoleh, pada beton normal nilai slumpnya yaitu 8 cm mencapai nilai slump maksimum yang direncanakan. Sedangkan pada Beton Serbuk kaca 2,5% nilai slump mencapai 8,8 cm dan Beton Serbuk kaca 5% mencapai 10,8cm. Maka semakin banyak serbuk kaca, nilai slump yang diperoleh akan semakin tinggi.

**4.2 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton**

Pengujian tekan beton dilakukan pada saat beton berumur 7 hari dalam rendaman air. pengujian ini

menggunakan mesin kuat tekan dengan kapasitas 30 Ton. Benda uji yang akan di uji berbentuk kubus dengan ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm sebanyak 3 buah beton normal, 3 buah beton serbuk kaca 2,5 % dan 3 buah beton serbuk kaca 5 %. Metode pengujian dan perhitungan Kuat tekan beton mengikuti paduan dari SNI 03-1974-1990. Standar nilai kuat tekan beton yang ditentukan yaitu K200. Adapun hasil pengujian kuat tekan beton rata-rata grafik pada gambar di bawah ini.



**Gambar 3. Grafik Kuat Tekan Beton**  
(Sumber : Penulis, 2023)

Dari grafik diperoleh hasil :

- Kuat tekan rata-rata pada beton normal yaitu 233,16 Kg/cm<sup>2</sup> sedangkan beton serbuk kaca 2,5% yaitu 252,26 Kg/cm<sup>2</sup> dan beton serbuk kaca 5% menghasilkan kuat tekan sebesar 192,80 Kg/cm<sup>2</sup>
- Kuat tekan maksimum yang dihasilkan yaitu pada beton normal yang menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 233,16 Kg/cm<sup>2</sup> .Sedangkan kuat tekan minimum pada beton serbuk kaca 5% sebesar 192,80 Kg/cm<sup>2</sup>.
- Kuat tekan pada beton serbuk kaca 2,5 % sebesar 252,26 Kg/cm<sup>2</sup> memenuhi standar kuat tekan pada penelitian ini yaitu sebesar 200 Kg/cm<sup>2</sup>,serta melewati nilai kuat tekan beton normal.
- Bahan pengganti sebagian pasir serbuk kaca dari berat agregat halus dapat mempengaruhi nilai kuat tekan beton karena memiliki kandungan silika yang kandungan tidak sama dengan agregat halus, pada penelitian ini serbuk kaca dengan variasi 2,5 % dapat meningkatkan kuat tekan beton akan tetapi pada serbuk kaca dengan variasi 5 % belum bisa mencapai kuat tekan beton normal maka semakin banyak bahan tambah serbuk kaca dalam beton maka semakin kecil nilai kuat tekan beton yang dihasilkan.Untuk batas pemakaiannya serbuk kaca pada penelitian ini hanya mencapai 2,5 %.

## 5. PENUTUP

### 5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain sebagai berikut:

#### 1. Hasil Kuat Tekan

Penggunaan serbuk kaca sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus berpengaruh terhadap kuat tekan beton dengan standar kuat tekan 200 Kg/cm<sup>2</sup> yaitu:

- Nilai kuat tekan beton normal sebesar 233,16 Kg/cm<sup>2</sup> dan memenuhi standar kuat tekan.
- Nilai kuat tekan beton serbuk kaca 2,5 % sebesar 252,26 Kg/cm<sup>2</sup> memenuhi standar kuat tekan.
- Nilai kuat tekan beton serbuk kaca 5 % sebesar 192,80 Kg/cm<sup>2</sup> memenuhi standar kuat tekan akan tetapi belum mencapai beton normal.

Beton jika campuran beton terlalu encer maka kadar airnya terlalu banyak dan dapat menurunkan kuat tekan beton.Akan tetapi pada penelitian ini, beton serbuk kaca 2,5% memperoleh kuat tekan yang cukup tinggi melebihi beton normal itu dikarenakan nilai slump yang didapatkan oleh beton serbuk kaca 2,5% yaitu 8,8 yang dimana nilai slump standar untuk kekentalan campuran beton Maka serbuk kaca sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus berpengaruh terhadap kuat beton.

## 2. Hasil Nilai slump

Penggunaan serbuk kaca sebagai bahan pengganti sebagian agregat halus berpengaruh terhadap nilai slump test.Semakin banyak persentase penggunaan serbuk kaca pada campuran beton nilai slump semakin tinggi. Nilai slumpnya yaitu :

- Nilai slump test beton normal yaitu 8 cm.
- Nilai slump test beton serbuk kaca 2,5 % yaitu 8.8 cm.
- Nilai slump test beton serbuk 5 % yaitu 10.8 cm.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil evaluasi yang telah dilakukan pada penelitian ini baik pada pelaksanaan penelitian maupun pada hasil yang diperoleh, adapun saran yang perlu dikembangkan dalam penelitian ini adalah:

- Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai persentase serbuk kaca yang dipakai seperti presentase 3% - 4 % agar mengetahui batas optimal pemakaian serbuk kaca.
- Memperbanyak benda uji per variasi pada penelitian selanjutnya agar data yang didapat lebih akurat.

Saran adalah mengungkapkan kondisi khusus yang harus dilakukan bila penelitian ini akan dilaksanakan ulang atau merupakan pernyataan yang merupakan pedoman untuk penelitian selanjutnya dari masalah ini. Saran ditulis dalam satu paragraph.

## DAFTAR PUSTAKA

Amiwarti, A. (2019). *Analisa Pengaruh Serbuk Kaca dan Abu Terbang Sebagai Bahan Pengganti*

- Alternatif Terhadap Kuat Tekan Beton*. Jurnal Deformasi, 4(1), 1-12.
- Apriwelni, S., & Wirawan, N. B. (2020). *Kuat Tekan Beton Mutu Tinggi dengan Memanfaatkan Fly Ash dan Bubuk Kaca Sebagai Bahan Pengisi: High Quality Concrete Compressive Strength by Using Fly Ash and Glass Powder as Filler*. Jurnal Saintis, 20(01), 61-68.
- Asih, A. W. (2018). *Pengaruh Serbuk Kaca Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Agregat Halus Pada Beton Mutu Tinggi The Effect of Glass Waste as Partial Replacement of Fine Aggregate on the High Strenght Concrete* (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).
- Bagariang, L. P. (2014). *Pemanfaatan Limbah Kaleng Bekas Sebagai Serat Dan Penambahan Fly Ash Terhadap Sifat Mekanis Beton*. (Doctoral dissertation, Universitas Sumatera Utara)
- Ikhsan et al. (2016). *Pengaruh Penambahan Pecahan Kaca Sebagai Bahan Pengganti Agregat Halus dan Penambahan Fiber Optik Terhadap Kuat Tekan Beton Serat.* ( Vol. 19, No. 2, 148-156) Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Musthofa, Purnomo, J. (2020). *Pengaruh Penambahan Limbah Serbuk Kaca Sebagai Pengganti Sebagian Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton*. Jurnal Teknik Sipil, 5(1), 49-60.
- Nasional, B. S. (1989). SK SNI S-04-1989-F: Spesifikasi Bahan Bangunan Bagian A, Bahan Bangunan Bukan Logam. *Jakarta: BSN*.
- Nasional, Badan Standarisasi (1990) *Metode pengujian slump beton*. SNI-03-1972-1990.
- Nasional, Badan Standarisasi (1990) SNI 03-1968-1990: *Metode Pengujian Analisa Saringan Agregat*. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Nasional, Badan Standardisasi (2008). SNI 1970: 2008 *tentang Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Nasional, Badan Standarisasi (1990). SNI 03-1971-1990, *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*. Jakarta (ID): BSN.
- Nasional, Badan Standarisasi (1995). SNI 03-3976-1995, *Tata Cara Pengadukan Pengecoran Beton*. BSN, Jakarta.
- Nasional, Badan Standardisasi (1996). SNI 03-4142-1996. *Pengujian Kadar Lumpur Agregat Halus dan agregat kasar*. Jakarta: Dewan Standardisasi Nasional.
- Nasional, Badan Standarisasi (2008). SNI 1969-2008 *Cara Uji Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Kasar*. Kementrian Pekerjaan Umum, Badan Penelitian dan Pengembangan PU.
- Nasional, Badan Standarisasi (2000). *Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal*. SK SNI 3 (2000): 2834.
- Hanafiah, (2011) *Pengaruh Penambahan Bubuk Kaca Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen dengan Variasi 2%, 4%, 6% dan 8% terhadap Kuat Tekan dan Nilai Slump*. Jurusan Teknik Sipil, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Standar Nasional Indonesia (1974). *Cara uji kuat tekan beton dengan benda uji silinder*. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (1990) SNI 03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Penerbit Badan Standardisasi Nasional.
- Tjokrodinuljo, K., 1996. *Teknologi Beton*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K (2004). *Teknologi Beton*, Buku Ajar. Jurusan Teknik Sipil–Magister Teknologi Bahan Bangunan–Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Yogyakarta.
- Tjokrodinuljo, K. (2007), *Concrete Technology*, Yogyakarta: Nafir