

PEMANFAATAN SERBUK KACA SEBAGAI SUBSTITUSI PARSIAL SEMEN PADA CAMPURAN BETON DITINJAU DARI KEKUATAN TEKAN DAN KEKUATAN TARIK BELAH BETON

Hendra Purnomo

Alumni Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung
Email: Hendrasipil50@gmail.com

Endang Setyawati Hisyam

Staf Pengajar Jurusan Teknik Sipil Universitas Bangka Belitung
Email: hisyam.endang@gmail.com

ABSTRAK

Pemanfaatan serbuk kaca merupakan alternatif yang dapat digunakan sebagai substitusi parsial semen dalam campuran beton karena unsur kimia yang terkandung dalam serbuk kaca hampir sama dengan unsur kimia yang terdapat dalam semen. Penelitian tentang pemakaian serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen menggunakan beberapa persentase yaitu 0%, 2,5%, 5%, 7,5%, 10%, 12,5% dan 15%, dengan umur beton 28 hari. Dari masing-masing campuran beton tersebut dibuat tiga benda uji. Pengujian yang dilakukan pada campuran beton adalah kuat tekan dan kuat tarik belah beton dengan menggunakan alat uji tekan beton (Universal Testing Machine). Dari hasil penelitian diperoleh, kuat tekan beton dengan penambahan serbuk kaca 0% sebesar 23,20 MPa, 2,5% sebesar 20,28 MPa, 5% sebesar 20,37 MPa, 7,5% sebesar 20,56 MPa, 10% sebesar 21,41 MPa, 12,5% sebesar 18,49 MPa dan 15% sebesar 16,69 MPa. Sedangkan Kuat tarik belah beton penambahan serbuk kaca pada persentase 0% didapat hasil sebesar 2,55 MPa, 2,5% sebesar 2,69 MPa, 5% sebesar 2,62 MPa, 7,5% sebesar 2,45 MPa, 10% sebesar 2,78 MPa, 12,5% sebesar 2,43 MPa dan 15% sebesar 2,19 MPa.

Kata Kunci: beton, semen, serbuk, kaca, kuat tarik dan kuat tekan.

PENDAHULUAN

Beton adalah campuran yang terdiri dari agregat halus, agregat kasar, air dan semen Portland atau dengan semen hidrolis lainnya dengan atau tanpa bahan tambahan (dapat berupa bahan kimia atau bahan non kimia atau bahan lainnya yang berupa serat, *pozzoland* dan sebagainya dengan perbandingan tertentu. Mengingat harga semen yang semakin mahal mengakibatkan biaya pembuatan beton yang semakin mahal pula. Salah satu usaha untuk mengatasi masalah tersebut

adalah dengan memanfaatkan limbah kaca sebagai substitusi parsial semen pada campuran beton. Serbuk kaca diharapkan berfungsi sebagai pengganti sebagian semen karena memiliki potensi sebagai material *pozzoland*, sehingga dapat menghasilkan kekuatan yang melebihi kekuatan rencana dan dapat mengurangi biaya pembuatan beton.

Adapun tujuan penelitian yang dilakukan adalah :

1. Mengkaji pengaruh dan kadar optimum penambahan serbuk kaca

sebagai pengganti sebagian semen terhadap nilai kuat tekan dan kuat tarik belah beton maksimum.

2. Mengkaji kecacatan penggunaan serbuk kaca untuk memperkirakan tingkat kemudahan dalam pengerjaan beton dilihat dari nilai *slump*.

TINJAUAN PUSTAKA

Kajian Terdahulu

Yohanes (2013), melakukan penelitian tentang kuat tekan beton dengan bahan tambah serbuk kaca sebagai substitusi parsial semen. Dari penelitian ini didapatkan hasil berat volume beton umur 1 hari sekitar 2057-2149 kg. Berat volume beton hasil penelitian ini termasuk kategori beton berbobot normal menurut *ACI* dan *SNI*. Semakin banyak substitusi serbuk kaca pada semen akan membuat berat volume beton berkurang. Nilai kuat tekan pada umur 28 hari untuk kaca 6%, kaca 8% dan kaca 10% mengalami peningkatan terhadap kaca 0% tetapi, nilai kuat tekan beton pada variasi berikutnya yaitu pada kaca 12% dan kaca 15% mengalami penurunan. Nilai kuat tekan optimum didapat pada variasi kaca 10% yaitu 31,1MPa.

Judea (2013), penelitian tentang optimalisasi konsentrasi tailing sebagai substitusi parsial semen terhadap kuat tekan beton beragregat halus pecahan kaca dan pasir didapat hasil kuat tekan optimum campuran beton dengan serbuk kaca (10% dari berat agregat halus) serta sikacim sebagai bahan tambahan, didapatkan dengan proporsi tailing 5% dengan kuat tekan 32,35 MPa untuk umur beton 28 hari.

Herbudiman dan Januar (2011), penelitian yang berjudul pemanfaatan serbuk kaca sebagai powder pada *self-compacting concrete* didapatkan kadar optimum substitusi parsial serbuk kaca adalah 10%. Komposisi tersebut menghasilkan nilai kuat tekan dan kuat tarik belah rata-rata 49,08 MPa dan 4,08 MPa, yang menunjukkan peningkatan kekuatan sebesar +0,33% dan +4,88%. Kadar serbuk kaca hingga 20% masih menghasilkan beton diatas kuat tekan rencana 40 MPa. Pada kadar serbuk kaca hingga 30%, beton struktural masih dapat dihasilkan dengan kuat tekan 32,23 MPa.

LANDASAN TEORI

Definisi Beton

Dipohusodo (1993), menyatakan bahwa beton didapat dari pencampuran bahan- bahan agregat halus dan agregat kasar yaitu pasir, batu, batu pecah, atau bahan semacam lainnya, dengan menambahkan secukupnya bahan perekat semen dan air sebagai bahan pembantu guna keperluan reaksi kimia selama proses pengerasan dan perawatan beton berlangsung.

Semen Portland

Semen *Portland* ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menghaluskan klinker, yang terutama terdiri dari silikat-silikat kalsium yang bersifat hidrolis, dan gips sebagai bahan pembantu. Semen *Portland* merupakan bahan ikat yang penting dan banyak dipakai dalam pembangunan fisik. Suatu semen jika diaduk dengan air akan terbentuk adukan pasta semen, sedangkan jika diaduk dengan

air kemudian ditambah pasir menjadi mortar semen, dan jika ditambah lagi dengan kerikil / batu pecah disebut beton (Tjokrodinuljo, 2007).

Agregat

Agregat ialah butiran mineral alami yang berfungsi sebagai bahan pengisi dalam campuran mortar atau beton. Agregat ini kira-kira menempati sebanyak 70% volume mortar atau beton. Cara membedakan jenis agregat yang paling banyak digunakan ialah dengan didasarkan pada ukuran butir-butirnya. Agregat yang mempunyai ukuran butir-butir besar disebut agregat kasar, sedangkan agregat yang berbutir kecil disebut agregat halus (Tjokrodinuljo, 2007).

Air

Menurut Tjokrodinuljo (2007), air merupakan bahan dasar pembuat beton yang penting namun harganya paling murah. Dalam pembuatan beton air diperlukan untuk bereaksi dengan semen Portland dan menjadi bahan pelumas antara butir-butir agregat agar dapat mudah dikerjakan (diaduk, dituang dan dipadatkan).

Kaca

Kaca adalah material padat yang bening dan transparan (tembus pandang), biasanya rapuh. Jenis yang paling banyak digunakan selama berabad-abad adalah jendela dan gelas minum. Kaca dibuat dari 75% silikon dioksida (SiO_2), plus Na_2O , CaO dan beberapa zat tambahan.

Tabel 1 Kandungan Kimia Serbuk Kaca

Unsur	Serbuk Kaca
SiO_2	61,72 %
Al_2O_3	3,45 %
Fe_2O_3	0,18 %
CaO	2,59 %

Sumber : Setiawan (2006)

Slump

Menurut Tjokrodinuljo (2007), kelecakan (sifat plastis, yaitu sifat kelecakan beton segar, antara lain cair dan padat), pada beton segar penting dipelajari karena merupakan ukuran kemudahan beton segar (adukan beton) untuk diaduk dalam bejana pengaduk, diangkut dari tempat pengadukan kelokasi penuangan, dituang dari bejana pengaduk ke cetakan beton, dan dipadatkan setelah beton segar berada dalam cetakan. Semakin encer beton segar maka semakin mudah beton segar tersebut dikerjakan.

Kuat Tekan

Kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani dengan gaya tekan tertentu, yang dihasilkan oleh mesin tekan (SNI 03-1974-1990).

Rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tekan beton :

$$f'_{ct} = \frac{P}{A} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan :

f'_{ct} = Kuat tekan beton (kg/cm^2)

P = Beban maksimum (kg)

A = Luas penampang benda uji (cm^2)

Kuat Tarik Belah Beton

Kuat tarik belah beton benda uji silinder beton ialah nilai kuat tarik tidak langsung dari benda uji beton berbentuk silinder yang diperoleh dari hasil pembebanan benda uji tersebut yang diletakkan mendatar sejajar dengan permukaan meja penekan mesin uji.

Rumus yang digunakan untuk menghitung kuat tekan beton :

$$f'_{ct} = \frac{2P}{\pi LD} \dots\dots\dots (2)$$

Keterangan : f'_{ct} = kuat tarik belah beton (kg/cm²)
 P = beban maksimum (ton)
 L = panjang specimen (cm)
 D = diameter specimen (cm)

METODE PENELITIAN



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Teknik Penelitian

Pelaksanaan penelitian dibagi menjadi beberapa tahap, diawali dengan studi pustaka, persiapan dan pengujian bahan, pembuatan dan perawatan benda uji, dilanjutkan dengan pengujian di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung dan analisa hasil pengujian benda uji. Pecahan kaca diambil dari sisa-sisa potongan kaca di tempat pembuatan kusen dan etalase, kemudian dihancurkan dengan cara ditumbuk. Pengayakan pada mesin dengan ukuran ayakan paling kecil yaitu sampai ayakan no. 200. Serbuka kaca yang digunakan adalah yang lolos ayakan no. 200.

Persiapan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

1. Air

Air yang digunakan untuk penelitian ini berasal dari air bor yang berada di lokasi Laboratorium Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Bangka Belitung.

2. Semen

Semen yang digunakan adalah semen *Portland* tipe I dari Produsen Indocement dengan kemasan 50 kg.

3. Agregat Kasar dan Halus

Agregat kasar dan halus yang digunakan yang berasal dari Bangka.

4. Kaca

Kaca yang digunakan dalam penelitian ini berupa limbah kaca dari produksi pembuatan kusen pintu jendela dan produksi pembuatan lemari etalase.

Tahapan Penelitian Di Laboratorium

1. Pemeriksaan agregat kasar, meliputi analisa saringan, kadar air, berat jenis dan penyerapan air, berat isi dan keausan dengan mesin *Los Angeles*.
2. Pemeriksaan agregat halus, meliputi analisa saringan, kadar air, berat jenis dan penyerapan air dan berat isi.
3. Pengujian slump test untuk menentukan tingkat *workability*.
4. Pembuatan benda uji berbentuk Silinder diameter 150 mm tinggi 300 mm.
5. Pemeriksaan Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah beton pada umur beton 28 hari.
6. Perawatan (*curing*)
7. Pengujian kuat tekan dan kuat tarik belah beton pada umur 28 hari.

Kebutuhan Benda Uji

Tabel 2 Kebutuhan benda uji kuat tekan

Persentase Kadar Serbuk Kaca terhadap Semen		Kebutuhan Benda Uji Pada Umur Beton 28 Hari
Semen	Kaca	
100 %	0 %	3 buah
97,5 %	2,5 %	3 buah
95 %	5 %	3 buah
92,5 %	7,5 %	3 buah
90 %	10 %	3 buah
87,5 %	12,5 %	3 buah
85 %	15 %	3 buah
Total		21 buah

Tabel 3 Kebutuhan benda uji kuat tarik belah

Persentase Kadar Serbuk Kaca terhadap Semen		Kebutuhan Benda Uji Pada Umur Beton 28 Hari
Semen	Kaca	
100 %	0 %	3 buah
97,5 %	2,5 %	3 buah
95 %	5 %	3 buah
92,5 %	7,5 %	3 buah
90 %	10 %	3 buah
87,5 %	12,5 %	3 buah
85 %	15 %	3 buah
Total		21 buah

Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus

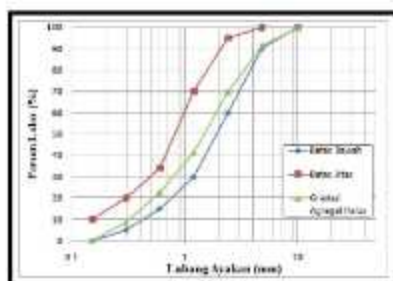
Data hasil pengujian agregat halus dapat dilihat pada Tabel 4. Dari data hasil pengujian analisa saringan agregat halus yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa modulus kehalusan agregat halus sebesar 3,67 %.

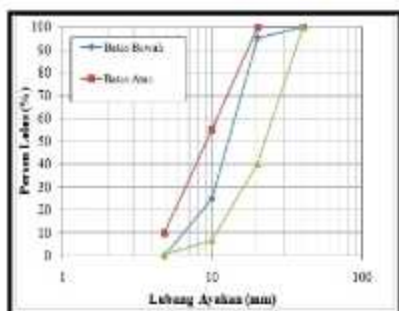
Tabel 4 Hasil pengujian analisa saringan agregat halus

Saringan		Benda			
Nomor	Dimensi (mm)	Tertahan (gram)	Jumlah (%)		
			Tertahan	Berat Tertahan Kumulatif	Lolos
18	9,5	3,83	0,37	0,37	99,63
4	4,75	74,53	8,83	8,75	91,25
8	2,36	107,94	11,68	10,44	89,56
16	1,18	250,83	28,18	28,62	71,38
30	0,6	107,51	13,81	77,43	22,57
50	0,3	134,81	14,03	91,48	8,52
100	0,15	75,83	8,52	100	0
Pas		0	0	-	-
Jumlah		109,81			100,00

Modulus kehalusan butir : $367,10 / 100 = 3,67$
 Sumber: Hasil Pengujian

Persentase berat lolos hasil pengujian serta batas minimum dan maksimum gradasi agregat halus dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini :





Gambar 3. Hasil analisa saringan agregat kasar

Hasil Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Agregat Kasar

Data dari pengujian berat jenis dan penyerapan agregat kasar didapat berat jenis bulk, SSD, apparent agregat kasar adalah 2,60, 2,61, 2,64, nilai ini memenuhi spesifikasi nilai minimum yang telah ditetapkan menurut SNI 03-1969-1990 adalah 2,5.

Hasil Pengujian Keausan Agregat Kasar

Dari hasil pengujian keausan agregat kasar didapat, keausan agregat kasar sebesar 32,2%. Menurut spesifikasi SNI 03-2417-1991, keausan agregat kasar yang ditentukan adalah maksimal 40%, maka agregat kasar pada penelitian ini memenuhi syarat keausan bahan campuran beton dalam penelitian beton.

Hasil Pengujian Berat Isi

Data dari hasil pengujian berat isi untuk agregat kasar didapat nilai berat isi untuk keadaan lepas/gembur adalah $1,29 \text{ kg/m}^3$, sedangkan untuk kondisi padat adalah $1,41 \text{ kg/m}^3$. Menurut SNI 03-1973-1990 batas minimum nilai berat

isi untuk agregat halus maupun agregat kasar adalah $0,4-1,9 \text{ kg/m}^3$.

Hasil Pengujian Kadar Air Agregat

Dari hasil pengujian kadar air untuk agregat kasar didapat nilai kadar air adalah 0,97 %.

Tabel 6 Rekapitulasi hasil pengujian agregat kasar

No	Pengujian	Standar pengujian	Spesifikasi		Hasil	Satuan
			Mfr	Maks		
1	Analisa rataan -Isis saringan No.200 -Modulus kehalusan	SNI 03-1969-1990	-	1 5	0 7,52	%
2	Berat jenis - Bulk - SSD - Apparent - Penyerapan air	SNI 03-1970-1990	2,5 2,5 2,5 -	- - - 3	2,60 2,61 2,64 0,65	- - - %
3	Berat isi - Lepas - Padat	SNI 03-1973-1990	0,4 0,4	1,9 1,9	1,29 1,41	kg/m^3 kg/m^3
4	Kadar air	SNI 03-1971-1990	-	-	1,0	%
5	Keausan Agregat	SNI 03-2417-1991	-	40	32,2	%

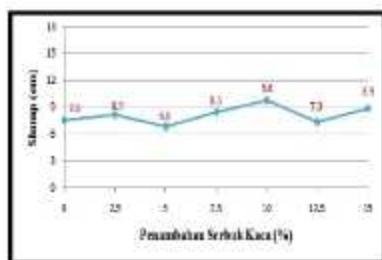
Sumber : Hasil Perhitungan

Hasil Pengujian Slump Test Beton

Tabel 7 Hasil pengujian slump test

Penambahan serbuk kaca per berat semen	Slump rencana (cm)	Slump yang didapatkan (cm)
0 %	6-18	7,6
2,5 %	6-18	8,2
5 %	6-18	6,8
7,5 %	6-18	8,5
10 %	6-18	9,8
12,5 %	6-18	7,3
15 %	6-18	8,9

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 4. Hubungan antara besar penambahan serbuk kaca pada beton dengan *Slump Test*

Dari Gambar 4 di atas dapat dilihat bahwa nilai *slump test* memenuhi yang

disyaratkan yaitu berada diantara *slump* rencana.

Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton

Perhitungan nilai kuat tekan beton dihitung menggunakan rumus 1 dan hasil pengujian kuat tekan beton pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 8 berikut ini.

Hubungan antara penambahan serbuk kaca dengan kuat tekan beton yang dapat dicapai seperti yang terlihat pada Tabel 8 dapat dilihat pada Gambar 5 berikut ini.

Tabel 8 Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari

Serbuk kaca	Kode Benda Uji	Tanggal		Umur (hari)	Luas (cm ²)	Berat (gr)	Gaya Tekan	Kuat Tekan	Kuat tekan Rata-rata
		Pembuatan	Pengujian				KN	MPa	
0%	BN (1)	21/5/2014	19/6/2014	28	176,715	12,45	415	23.48	23.20
	BN (2)	21/5/2014	19/6/2014	28	176,715	12,10	410	23.20	
	BN (3)	21/5/2014	19/6/2014	28	176,715	12,30	405	22.92	
2,5 %	Kz 2,5(1)	22/5/2014	20/6/2014	28	176,715	12,15	425	24.05	20.28
	Kz 2,5(2)	22/5/2014	20/6/2014	28	176,715	12,10	335	18.96	
	Kz 2,5(3)	22/5/2014	20/6/2014	28	176,715	12,20	315	17.83	
5%	Kz 5(1)	26/5/2014	24/6/2014	28	176,715	12,25	330	18.67	20.37
	Kz 5(2)	26/5/2014	24/6/2014	28	176,715	12,25	370	20.94	
	Kz 5(3)	26/5/2014	24/6/2014	28	176,715	12,30	380	21.50	
7,5 %	Kz 7,5(1)	28/5/2014	26/6/2014	28	176,715	12,00	350	19.81	20.56
	Kz 7,5(2)	28/5/2014	26/6/2014	28	176,715	12,00	395	22.35	
	Kz 7,5(3)	28/5/2014	26/6/2014	28	176,715	12,10	345	19.52	
10%	Kz 10(1)	2/6/2014	1/7/2014	28	176,715	12,00	365	20.65	21.41
	Kz 10(2)	2/6/2014	1/7/2014	28	176,715	12,00	390	22.07	
	Kz 10(3)	2/6/2014	1/7/2014	28	176,715	12,10	380	21.50	
12,5 %	Kz 12,5(1)	3/6/2014	2/7/2014	28	176,715	12,15	305	17.26	18.49
	Kz 12,5(2)	3/6/2014	2/7/2014	28	176,715	12,25	345	19.52	
	Kz 12,5(3)	3/6/2014	2/7/2014	28	176,715	12,15	330	18.67	
15%	Kz 15(1)	5/6/2014	4/7/2014	28	176,715	12,30	250	14.15	16.69
	Kz 15(2)	5/6/2014	4/7/2014	28	176,715	12,20	325	18.39	
	Kz 15(3)	5/6/2014	4/7/2014	28	176,715	12,35	310	17.54	

Sumber : Hasil Perhitungan



Gambar 5. Hubungan antara besar penambahan serbuk kaca pada beton dengan kuat tekan beton

Hasil Pengujian Kuat Tarik Belah Beton

Pengujian kuat tarik belah beton dilakukan pada umur 28 hari yang dimaksudkan untuk mendapatkan gambaran kekuatan kuat tarik belah beton menggunakan serbuk kaca sebagai pengganti sebagian semen dan hasilnya dibandingkan dengan beton normal.

Tabel 9 Hasil pengujian kuat tarik belah beton umur 28 hari

Serbuk kaca	Kode Benda Uji	Tanggal		Umur (hari)	m.L.D (cm ²)	Berat (gr)	Gaya Tekan KN	Kuat Tarik Belah	Kuat tarik belah Rata-rata MPa
		Pembuatan	Pengujian					MPa	
0%	BN (4)	21/5/2014	19/6/2014	28	1413,72	12,20	175,071	2,48	2,55
	BN (5)	21/5/2014	19/6/2014	28	1413,72	12,20	185,071	2,62	
	BN (6)	21/5/2014	19/6/2014	28	1413,72	12,30	180,071	2,55	
2,5 %	Kc 2,5 (4)	21/5/2014	19/6/2014	28	1413,72	12,30	185,071	2,62	2,69
	Kc 2,5 (5)	22/5/2014	20/6/2014	28	1413,72	12,05	185,071	2,62	
	Kc 2,5 (6)	22/5/2014	20/6/2014	28	1413,72	12,15	200,071	2,83	
5%	Kc 5 (4)	22/5/2014	20/6/2014	28	1413,72	12,20	185,071	2,62	2,62
	Kc 5 (5)	26/5/2014	24/6/2014	28	1413,72	12,35	195,071	2,76	
	Kc 5 (6)	26/5/2014	24/6/2014	28	1413,72	12,40	175,071	2,48	
7,5 %	Kc 7,5 (4)	26/5/2014	24/6/2014	28	1413,72	12,00	185,071	2,62	2,45
	Kc 7,5 (5)	28/5/2014	26/6/2014	28	1413,72	12,00	170,071	2,40	
	Kc 7,5 (6)	28/5/2014	26/6/2014	28	1413,72	12,15	165,071	2,34	
10%	Kc 10 (4)	28/5/2014	26/6/2014	28	1413,72	12,15	195,071	2,76	2,78
	Kc 10 (5)	2/6/2014	1/7/2014	28	1413,72	12,20	205,071	2,83	
	Kc 10 (6)	2/6/2014	1/7/2014	28	1413,72	12,40	195,071	2,76	
12,5 %	Kc 12,5 (4)	3/6/2014	2/7/2014	28	1413,72	12,20	170,071	2,41	2,43
	Kc 12,5 (5)	3/6/2014	2/7/2014	28	1413,72	12,35	180,071	2,55	
	Kc 12,5 (6)	3/6/2014	2/7/2014	28	1413,72	12,20	165,071	2,34	
15%	Kc 15 (4)	5/6/2014	4/7/2014	28	1413,72	12,10	155,071	2,19	2,19
	Kc 15 (5)	5/6/2014	4/7/2014	28	1413,72	12,20	160,071	2,26	
	Kc 15 (6)	5/6/2014	4/7/2014	28	1413,72	12,10	150,071	2,12	

Sumber : Hasil Perhitungan

Hubungan antara penambahan serbuk kaca dengan kuat tarik belah beton yang dapat dicapai seperti yang terlihat pada Tabel 9 dapat dilihat pada Gambar 6 berikut ini.



Gambar 6. Hubungan antara besar penambahan serbuk kaca pada beton dengan kuat tarik belah beton

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Kadar optimum penambahan serbuk kaca terhadap kuat tekan beton berada pada persentase 10% yaitu sebesar 21,41 MPa namun hasil tersebut tidak mencapai kuat tekan rencana sebesar 22,5 MPa tetapi masih masuk kedalam kategori beton sedang yang dapat digunakan untuk beton bertulang. Kadar optimum penambahan serbuk kaca terhadap kuat tarik belah beton berada pada persentase 10% yaitu sebesar 2,78 MPa atau mengalami kenaikan sebesar 9,02% dibandingkan dengan beton normal.
2. Dari pengujian yang telah dilakukan nilai slump tertinggi

didapat pada penambahan serbuk kaca 10% dari berat semen yaitu sebesar 9,8 cm dan nilai slump terendah pada penambahan serbuk kaca 5% dari berat semen yaitu sebesar 6,8 cm. Jadi penambahan serbuk kaca dalam campuran beton normal dapat mempermudah pengerjaan beton.

Saran

1. Perlu dilakukan penelitian kembali dengan persentase yang sama namun menggunakan material yang tidak berasal dari Bangka sehingga dapat ketahui pengaruh material terhadap nilai kuat tekan beton.
2. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai serbuk kaca yang bervariasi, misalnya menggunakan kaca yang berwarna lain selain kaca bening.

DAFTAR PUSTAKA

- Dipohusodo, L., 1993, *Struktur Beton Bertulang Berdasarkan SK SNI T- 15-1991-03*, Departemen Pekerjaan Umum RJ, PT. Gramedia Pustaka Utama : Jakarta.
- DPU, 1990, SNI 03-1968-1990, *Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar*, Jakarta.
- DPU, 1990, SNI 03-1970-1990, *Metode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Air Agregat Halus*, Jakarta.
- DPU, 1990, SNI 03-1973-1990, *Metode Pengujian Berat Isi Beton*, Jakarta.

- DPU, 1991, SNI 03-2417-1991, *Metode Pengujian Keausan Agregat Dengan Mesin Abrasi Los Angeles*, Jakarta.
- Herbudiman, B. ; Januar, C., 2011, *Pemanfaatan Serbuk Kaca Sebagai Powderpada Self-Compacting Concrete*, laporan tugas akhir, Institut Teknologi Nasional, Bandung.
- Judea, R., T., 2013, *Optimalisasi Konsentrasi Tailing Sebagai Substitusi Parsial Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Beragregat Halus Pecahan Kaca dan Pasir*, laporan tugas akhir, Universitas Sam Ratulangi, Manado.
- Tjokrodinuljo, K., 2007, *Teknologi Beton*, Andi Offset : Yogyakarta.
- Yohanes, H., K.; Tenda, W., 2013, *Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Serbuk Kaca Sebagai Substitusi Parsial Semen*, laporan tugas akhir, Universitas Sam Ratulangi, Manado.