

PENGARUH PENGGUNAAN LIMBAH KERAMIK, SERBUK ARANG BRIKET DAN *SIKACIM CONCRETE ADDITIVE* TERHADAP KUAT TEKAN BETON NORMAL

MULYATI, EKO HERMANSYAH PUTRA

Institut Teknologi Padang
mulyati_tsp@yahoo.com

Abstract: *One that affects the compressive strength value of concrete is the type of aggregate used. In making concrete, materials in the form of waste can also be used as an alternative to aggregate. Currently, various efforts have been made to increase the compressive strength of concrete, including using added materials for the concrete mixture which can function as a filler or as an additive. This study utilizes ceramic waste as a substitute for coarse aggregate, and uses added ingredients of briquette charcoal powder and sikacim concrete additive in order to determine the effect of using ceramic waste, briquette charcoal powder and sikacim concrete additive on the compressive strength of normal concrete. The compressive strength of the concrete plan is K-250 using a variation of ceramic waste of 10%, 20%, 30% of the weight of coarse aggregate, and briquette charcoal powder 5% of the weight of cement, and sikacim concrete additive of 0.7% of the volume of water. Mix design planning uses the SNI T-15-1990-03 method, and the manufacture of specimens uses a cube mold for testing the compressive strength of concrete at the age of 28 days. Concrete compressive strength test results were obtained for normal concrete of 292 kg / cm², for the use of 10% ceramic waste, 5% briquette charcoal powder and 0.7% sikacim concrete additive of 273.39 kg / cm², for the use of 20% ceramic waste, 5% briquette charcoal powder and 0.7% sikacim concrete additive of 307.76 kg / cm², for the use of 30% ceramic waste, 5% briquette charcoal powder and 0.7% sikacim concrete additive of 274 kg / cm². The use of 20% ceramic waste, 5% briquette charcoal powder and 0.7% sikacim concrete additive can increase the compressive strength of concrete to 5.4% of the compressive strength of normal concrete.*

Keywords: *ceramic waste, briquette charcoal powder, sikacim concrete additive, normal concrete compressive strength.*

Abstrak: Salah satu yang mempengaruhi nilai kuat tekan beton adalah jenis agregat yang digunakan. Dalam pembuatan beton dapat juga digunakan bahan-bahan berupa limbah sebagai alternative pengganti agregat. Saat ini berbagai upaya telah dilakukan untuk meningkatkan kuat tekan beton diantaranya menggunakan bahan tambah untuk campuran beton yang dapat berfungsi sebagai *filler* atau sebagai *additive*. Penelitian ini memanfaatkan limbah keramik sebagai pengganti agregat kasar, serta menggunakan bahan tambah serbuk arang briket dan *sikacim concrete additive* dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh pemanfaatan limbah keramik, serbuk arang briket dan *sikacim concrete additive* terhadap kuat tekan beton normal. Kuat tekan beton rencana adalah K-250 dengan menggunakan variasi limbah keramik 10%, 20%, 30% dari berat agregat kasar, dan serbuk arang briket 5% dari berat semen, serta *sikacim concrete additive* 0,7% dari volume air. Perencanaan *mix design* menggunakan metode SNI T-15-1990-03, dan pembuatan benda uji menggunakan cetakan kubus untuk pengujian kuat tekan beton pada umur 28 hari. Hasil pengujian kuat tekan beton diperoleh untuk beton normal sebesar 292 kg/cm², untuk penggunaan 10% limbah keramik, 5% serbuk arang briket dan 0,7% *sikacim concrete additive* sebesar 273,39 kg/cm², untuk

penggunaan 20% limbah keramik, 5% serbuk arang briket dan 0,7% *sikacim concrete additive* sebesar 307,76 kg/cm², untuk penggunaan 30% limbah keramik, 5% serbuk arang briket dan 0,7% *sikacim concrete additive* sebesar 274 kg/cm². Pada penggunaan 20% limbah keramik, 5% serbuk arang briket dan 0,7% *sikacim concrete additive* dapat meningkatkan kuat tekan beton sampai 5,4% dari kuat tekan beton normal.

Kata kunci: limbah keramik, serbuk arang briket, *sikacim concrete additive*, kuat tekan beton normal.

A. Pendahuluan

Beton mempunyai sifat kuat terhadap tekan, salah satu yang mempengaruhi nilai kuat tekan beton adalah jenis agregat yang digunakan. Dalam pembuatan beton dapat juga digunakan bahan-bahan berupa limbah sebagai alternatif pengganti agregat. Saat ini berbagai upaya telah dilakukan untuk meningkatkan kuat tekan beton diantaranya menggunakan bahan tambah untuk campuran beton yang dapat berfungsi sebagai *filler* atau sebagai *additive*. Oleh karena itu pemilihan bahan-bahan dalam pembuatan beton sangat penting untuk mendapatkan kuat tekan beton yang diinginkan.

Bahan limbah yang ketersediannya banyak diantaranya adalah limbah keramik. Dalam setiap proses produksi atau proses pekerjaan konstruksi, selalu dijumpai hasil produk atau sisa bahan bangunan yang tidak digunakan lagi dan dibuang sebagai limbah. Disamping itu pada pekerjaan pembongkaran lantai bangunan selalu menghasilkan limbah keramik. Jika limbah ini dibuang secara sembarangan tentunya akan menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan. Maka perlu upaya untuk memanfaatkan limbah yang ada sehingga dapat mengurangi pencemaran lingkungan. Mulyati dkk (2011) melakukan penelitian memanfaatkan pecahan keramik sebagai pengganti agregat kasar dengan persentase 10%, 20%, dan 30%. Kuat tekan beton rata-rata pada umur 28 hari menunjukkan bahwa pecahan keramik dapat digunakan sebagai agregat kasar untuk campuran beton normal K-225 sampai 30% dari berat agregat kasar (batu pecah). Persentase pemakaian pecahan keramik 20% dari batu pecah menghasilkan kuat tekan beton tertinggi sebesar 291,304 kg/cm².

Arang briket adalah bahan yang dapat dibakar yang digunakan sebagai bahan bakar untuk memulai dan mempertahankan nyala api. Briket yang paling umum digunakan adalah briket batu bara, briket arang, briket gambut, dan briket biomassa. Serbuk halus arang briket merupakan mineral *admixture (additive)*. Serbuk arang briket didefinisikan sebagai butiran halus hasil residu pembakaran. Dengan kehadiran air dan ukuran partikelnya yang halus, oksida silika yang dikandung oleh serbuk halus arang briket akan bereaksi secara kimia dengan kalsium hidroksida yang terbentuk dari proses hidrasi semen dan menghasilkan zat yang memiliki kemampuan mengikat. Ambrulloh (2012) meneliti penggunaan serbuk arang briket sebagai bahan tambah campuran beton. Hasil penelitian menunjukkan pada penggunaan serbuk arang briket 5% menghasilkan kuat tekan beton tertinggi sebesar 38,58 MPa.

Bahan kimia *sikacim concrete additive* merupakan salah satu *additive* yang dapat digunakan untuk campuran beton. Menurut PT. Sika Indonesia salah satu keuntungan menggunakan *sikacim concrete additive* pada beton adalah dapat mengurangi pemakaian air sampai 15%. Novianti dkk (2014) dari hasil penelitiannya menyarankan pemakai *sikacim concrete additive* untuk campuran beton lebih besar dari 0,5% dan kurang dari 1% dari berat semen. Jamal (2017) mendapatkan kuat tekan beton tertinggi dari penggunaan *sikacim concrete additive* sebesar 0,7% dari berat semen dengan pengurangan kadar air sebesar 15%.

Pada penelitian ini limbah keramik digunakan sebagai pengganti agregat kasar, serbuk arang briket sebagai bahan tambah semen dan *sikacim concrete additive* sebagai bahan tambah untuk mempertahankan jumlah air dalam campuran beton. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh penggunaan limbah keramik, serbuk arang briket dan *sikacim concrete additive* terhadap kuat tekan beton.

2. Metodologi Penelitian

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen di laboratorium dengan tahapan sebagaimana diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan Penelitian

Persiapan Bahan dan Alat. Bahan yang digunakan pada penelitian ini antara lain agregat kasar (batu pecah) yang berasal dari Sungai Batang Kuranji Kota Padang yang diolah oleh CV. Berkah, dan agregat halus (pasir) yang berasal dari Sungai Gunung Nago Kota Padang, *Portland Composite Cement* produksi PT. Semen Padang, Air sumur bor, serta bahan pengganti agregat kasar berupa limbah keramik yang diperoleh dari bekas bongkaran lantai rumah di area Kota Padang yang pengolahannya diperlihatkan pada Gambar 2, dan bahan tambah berupa serbuk arang briket dari hasil pembakaran tempurung kelapa yang berasal dari Air Bangis Kabupaten Pasaman Barat yang pengolahannya diperlihatkan pada Gambar 3, *sikacim concrete additive* yang diperoleh dari toko bangunan di kota Padang.



Gambar 2. Pengolahan Limbah Keramik



Gambar 3. Pengolahan Serbuk Arang Briket

Peralatan untuk pengolahan limbah keramik dan serbuk arang briket, diantaranya palu, dan tungku pembakaran. Peralatan untuk pengujian sifat dasar material, diantaranya timbangan, saringan untuk pengujian gradasi, oven, talam logam, mesin penggetar saringan (*sieve shaker*), kuas, sikat kuning, sendok, gelas ukur berisi larutan NAOH 3%, standar warna (*organic plat*), silinder, tongkat pemadat, mistar baja, handuk, mesin penggetar (*vibrator*), kompor listrik, keranjang besi beserta alat penggantung, bak perendam, kerucut terpancung, labu takar (*piknometer*), dan mesin abrasi Los Angeles. Peralatan untuk pembuatan benda uji, diantaranya; sekop, ember, timbangan, gelas ukur, *mixer/molen*, sendok semen, dan cetakan kubus 15cm x 15cm x 15cm. Peralatan untuk pengujian *slump* berupa kerucut *abrams*, dan tongkat pemadat, stopwatch, mistar. Peralatan pengujian kuat tekan beton berupa *Universal Testing Machine (UTM)* jenis *Compression Testing Mchine* dengan kapasitas 2000 kN merek Controls, diperlihatkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Alat Uji Kuat Tekan Beton

Pengujian Sifat Dasar Material. Pengujian material dilakukan terhadap agregat kasar (batu pecah), agregat halus (pasir), serta limbah keramik dan serbuk arang briket. Agregat kasar dilakukan pemeriksaan gradasi, pemeriksaan bahan yang terdapat dalam agregat kasar yang lolos saringan no.200, pemeriksaan berat isi, pemeriksaan berat jenis dan penyerapan, dan pemeriksaan keausan. Agregat halus dilakukan pemeriksaan gradasi, pemeriksaan kadar zat organik, pemeriksaan bahan yang terdapat dalam agregat halus yang lolos saringan no.200, pemeriksaan berat isi, pemeriksaan berat jenis dan penyerapan. Limbah keramik dan serbuk arang briket dilakukan pemeriksaan analisa saringan dan pemeriksaan berat jenis.

Mix Design dan Trial Mix. Perencanaan campuran beton (*mix design*) untuk beton normal menggunakan metode SK SNI T-15-1990-03 dengan kekuatan beton rencana pada umur 28 hari adalah 250 kg/cm^2 . Pelaksanaan percobaan campuran beton (*trial mix*) bertujuan untuk menyederhanakan variasi komposisi campuran beton yang telah dirancang. Untuk membuktikan tercapainya kuat tekan beton rencana dilakukan *Trial mix* sesuai komposisi rancangan beton untuk 3 kubus, dengan melakukan pengujian *slump* dan kuat tekan beton pada umur 3 hari. Dari hasil pemeriksaan sifat dasar material pembentuk beton, dihitung perencanaan campuran beton menggunakan metode SK SNI T-15-1990-03 tentang Tata Cara Rencana Pembuatan Campuran Beton Normal, untuk kuat tekan rencana K_{250} pada umur 28 hari dengan faktor air semen 0,5 diperoleh kebutuhan material campuran beton dalam satuan berat untuk 1 m^3 beton diperlihatkan dalam Tabel 1, dan untuk 3 benda uji diperlihatkan dalam Tabel 2.

Tabel 1 Kebutuhan Material Campuran Beton Untuk 1 m^3 Beton K-250

No	Jenis Material	Kebutuhan
	Semen	380 kg
	Air	210 liter
	Pasir	623 kg
	Batu pecah	1157 kg

Tabel 2 Kebutuhan Material Campuran Beton Untuk 3 Benda Uji

No	Jenis Material	Kebutuhan
	Semen	3,85 kg
	Air	2,67 liter

Pasir 6,04 kg

Batu pecah 11,43 kg

Campuran beton menggunakan bahan pengganti agregat kasar dengan bahan tambah setiap variasi 3 benda uji dibutuhkan limbah keramik dari berat agregat kasar untuk berat jenis limbah keramik $2,3 \text{ gr/cm}^3$, dan serbuk arang briket dari berat semen untuk berat jenis serbuk arang briket $0,9 \text{ gr/cm}^3$, serta *sikacim concrete additive* dari volume air untuk berat jenis *sikacim concrete additive* $1,065 \text{ gr/cm}^3$, diperlihatkan dalam Tabel 3.

Tabel 3 Kebutuhan Limbah Keramik, Serbuk Arang Briket, *sikacim concrete additive* Untuk 3 Benda Uji

Variasi	Limbah Keramik	Serbuk Arang Briket	<i>Sikacim Concrete Additive</i>
1	(10%) = 0,497 kg	(5%) = 0,2138 kg	(0,7%) = 175,5 gr/ml
2	(20%) = 0,99391 kg	(5%) = 0,2138 kg	(0,7%) = 175,5 gr/ml
3	(30%) = 1,49087 kg	(5%) = 0,2138 kg	(0,7%) = 175,5 gr/ml

Pembuatan Benda Uji dan Pengujian Slump. Pembuatan benda uji dengan menggunakan cetakan kubus 15cm x 15cm x 15cm, untuk variasi campuran dengan menggunakan limbah keramik 10%, 20%, 30% dari berat agregat kasar, dan penambahan serbuk arang briket 5% dari berat semen, serta *sikacim concrete additive* 0,7% dari volume air. Setiap variasi campuran dibuat untuk 3 benda uji, dan dilakukan pengujian *slump* untuk mengetahui kekentalan adukan beton dengan batasan nilai *slump* yang ditetapkan 3 cm – 6 cm.

Perawatan (*curing*) dan Pengujian Kuat Tekan Beton. Perawatan (*curing*) beton dilakukan dengan cara merendam benda uji di dalam bak perendaman berisi air bersih, yang dilakukan sampai umur rencana pengujian kuat tekan beton. Pengujian kuat tekan beton dilakukan setelah beton berumur 28 hari, menggunakan metode SNI 03-1974-1990, dan alat yang digunakan adalah *Universal Testing Machine (UTM)* jenis *Compression Testing Machine* dengan kapasitas 2000 kN merek Controls dengan pembebanan yang diberikan sampai benda uji runtuh yaitu pada saat beban maksimum dapat ditahan oleh benda uji. Kuat tekan beton dihitung dengan menggunakan persamaan (1).

$$f'_c = \frac{P}{A}$$

dengan P adalah besar beban maksimum yang dapat ditahan oleh benda uji dalam kg, dan A merupakan luas penampang benda uji dalam cm^2 .

C. Hasil dan Pembahasan

Sifat Dasar Material

Hasil pengujian sifat dasar material agregat kasar (batu pecah) CV. Berkah Kota Padang dan agregat halus (pasir) Sungai Gunung Nago Kota Padang diperlihatkan dalam Tabel 4 dan Tabel 5.

Tabel 4 Sifat Dasar Agregat Kasar (Batu Pecah) CV. Berkah

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi
1.	Gradasi	Modulus kehalusan butir	Butiran mak. 40
2.	Passing 200	5,95	mm
3.	Berat isi	0,98%	Mak. 1%

4.	Berat jenis dan penyerapan	1,64 gr/cm ³	Min. 1,2 gr/cm ³
	-Berat jenis apparent		
	-Berat jenis kering (<i>dry basis</i>)	2,75	Min. 2,3
		2,58	Min. 2,3
	-Berat jenis SSD	2,64	Min. 2,3
5.	-Penyerapan air	2,4%	Mak. 5%
	Keausan (abrasi)	26,10%	Mak. 27% - 30%

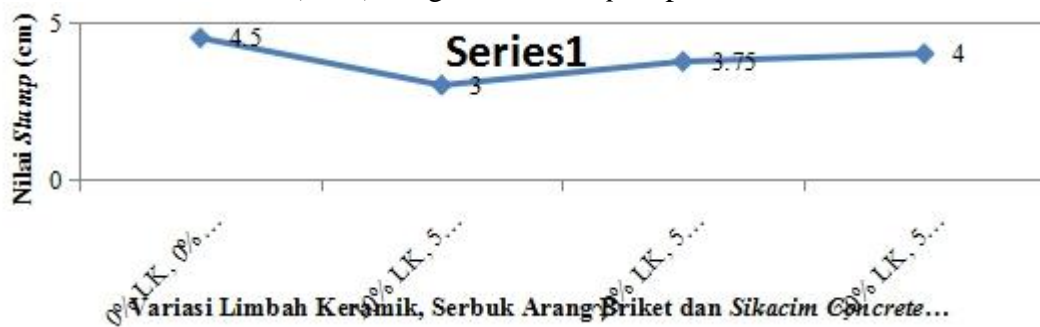
Tabel 5 Sifat Dasar Agregat Halus (Pasir) Sungai Gunung Nago

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi
1.	Gradasi	Modulus kehalusan butir 3,7	2,9 – 3,5 (Pasir kasar)
2.	Zat organik	(pasir kasar)	Mak. no.3
3.	Passing 200	kadar organik warna no.3	Mak. 5%
4.	Berat isi	3,998%	Min. 1,2 gr/cm ³
5.	Berat jenis dan penyerapan	1,37 gr/cm ³	
	-Berat jenis apparent		Min. 2,3
	-Berat jenis kering (<i>dry basis</i>)	2,58	Min. 2,3
		2,33	Min. 2,3
	-Berat jenis SSD	2,43	Mak. 5%
	-Penyerapan air	4,17	

Dari hasil pemeriksaan sifat dasar material pembentuk beton terlihat bahwa agregat kasar (batu pecah) dan agregat halus (pasir) memenuhi spesifikasi, dengan demikian batu pecah CV. Berkah dan pasir Sungai Gunung Nago dapat digunakan untuk campuran beton normal.

Nilai Slump

Pengujian *slump* dilakukan pada setiap variasi campuran benda uji, hubungan antara variasi penggunaan limbah keramik (LK), serbuk arang briket (SAB) dan *sikacim concrete additive* (SCA) dengan nilai *slump*, diperlihatkan dalam Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hubungan Variasi Penggunaan Limbah Keramik, Serbuk Arang Briket dan Sikacim Concrete Additive Dengan Nilai Slump

Dari hasil pengujian *slump* terlihat bahwa nilai *slump* pada variasi campuran penggunaan limbah keramik, serbuk arang briket dan *sikacim concrete additive* lebih rendah dari nilai *slump* beton normal. Pada penggunaan limbah keramik sebagai pengganti batu pecah pada campuran beton menunjukkan bahwa nilai *slump* semakin meningkat dengan bertambahnya penggunaan limbah keramik, namun masih berada pada batasan nilai *slump* adukan beton yang ditetapkan 3 cm – 6 cm.

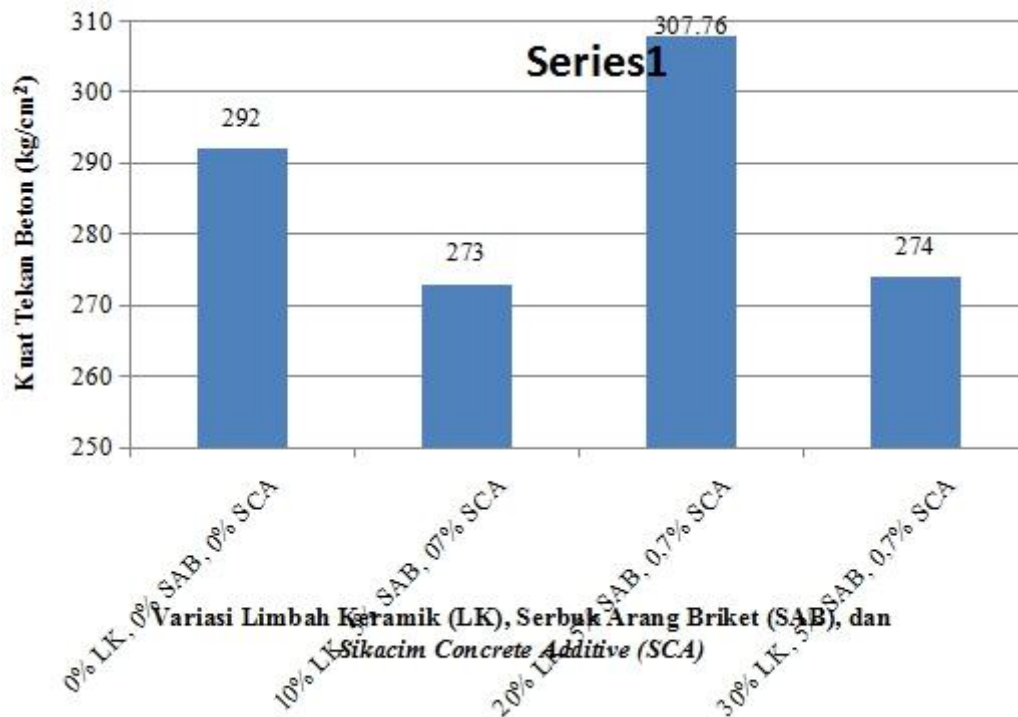
Kuat Tekan Beton

Hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari untuk setiap variasi campuran benda uji, diperlihatkan dalam Tabel 6.

Tabel 6 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Variasi	Nomor Benda Uji	Berat (kg)	Tekanan (kg)	Kuat Tekan (kg/cm ²)	Kuat Tekan Rata-Rata (kg/cm ²)
0% limbah keramik, 0% serbuk arang briket, 0% <i>sikacim</i> <i>concrete additive</i>	1	7910	665,7	302	292
	2	7935	642,7	291	
	3	7850	625,0	283	
10% limbah keramik, 5% serbuk arang briket, 0,7% <i>sikacim</i> <i>concrete additive</i>	1	7810	579,1	262	273
	2	7875	598,7	271	
	3	7915	631,6	286	
20% limbah keramik, 5% serbuk arang briket, 0,7 % <i>sikacim</i> <i>concrete additive</i>	1	7580	643,0	291	307,76
	2	7580	700,4	317	
	3	8035	694,5	315	
30% limbah keramik, 5% serbuk arang briket, 0,7% <i>sikacim</i> <i>concrete additive</i>	1	7565	556,9	252	274
	2	7585	649,6	294	
	3	7905	808,0	276	

Berikut diperlihatkan hubungan antara variasi penggunaan limbah keramik, serbuk arang briket dan *sikacim concrete additive* dengan kuat tekan beton rata-rata pada umur 28 hari, seperti pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik Hubungan Variasi Limbah Keramik, Serbuk Arang Briket, dan *Sikacim Concrete Additive* Dengan Kuat Tekan Beton

Dari hasil pengujian kuat tekan beton diperoleh kuat tekan beton rata-rata pada umur 28 hari, untuk beton normal sebesar 292 kg/cm², untuk penggunaan 10% limbah keramik, 5% serbuk arang briket dan 0,7% *sikacim concrete additive* sebesar 273 kg/cm², untuk penggunaan 20% limbah keramik, 5% serbuk arang briket dan 0,7% *sikacim concrete additive* sebesar 307,76 kg/cm², untuk penggunaan 30% limbah keramik, 5% serbuk arang briket 5% dan 0,7% *sikacim concrete additive* sebesar 274 kg/cm². Pada penggunaan 10% limbah keramik, 5% serbuk arang briket dan 0,7% *sikacim concrete additive* terjadi penurunan kuat tekan beton sebesar 6,5% terhadap kuat tekan beton normal. Selanjutnya pada penggunaan 20% limbah keramik, 5% serbuk arang briket dan 0,7% *sikacim concrete additive* terjadi peningkatan kuat tekan beton sebesar 5,4% terhadap kuat tekan beton normal. Sedangkan pada penggunaan 30% limbah keramik, 5% serbuk arang briket 5% dan 0,7% *sikacim concrete additive* terjadi penurunan kuat tekan beton sebesar 6,16% terhadap kuat tekan beton normal.

Penggunaan limbah keramik sampai 30% sebagai pengganti agregat kasar dengan menggunakan bahan tambah serbuk arang briket 5% sebagai bahan tambah semen dan *sikacim concrete additive* 0,7% sebagai bahan tambah air, dapat menghasilkan kuat tekan beton lebih besar dari K-250. Dengan demikian limbah keramik dapat digunakan sebagai pengganti agregat kasar untuk campuran beton normal. Serbuk arang briket berfungsi sebagai bahan tambah semen dalam campuran adukan beton dan *sikacim concrete additive* berfungsi mengatasi kekurangan air yang diserap limbah keramik dalam campuran adukan beton. Kuat tekan beton tertinggi diperoleh pada penggunaan limbah keramik sebanyak 20%. Berdasarkan nilai *slump* campuran adukan beton pada penggunaan limbah keramik sebanyak 10% campuran adukan beton menjadi kental, sedangkan pada penggunaan limbah keramik sebanyak 30% campuran adukan beton menjadi encer. Hal ini terjadi karena limbah keramik terbuat dari tanah liat yang apabila diberi air akan mencair akibatnya butiran halus

bertambah, sehingga memerlukan semen yang lebih banyak untuk sebagai perekat antar agregat, akibatnya kuat tekan beton menjadi lebih rendah.

D. Penutup

Penggunaan limbah keramik sebagai pengganti agregat kasar sampai 30% dengan menggunakan bahan tambah 5% serbuk arang briket dari berat semen dan 0,7% *sikacim concrete additive* dari volume air dapat menghasilkan kuat tekan beton normal. Pada penggunaan 20% limbah keramik, 5% serbuk arang briket dan 0,7% *sikacim concrete additive* dapat meningkatkan kuat tekan beton sampai 5,4% dari kuat tekan beton normal.

Daftar Pustaka

- Amrulloah, I. F. (2012). *Analisis Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Serbuk Halus Gelas dan Serbuk Halus Arang Briket*, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Anonim. (1990). SNI 03-1974-1990: *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- Anonim. (1993). SNI 03-2834-1993: *Tata Cara Campuran Beton Normal*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta
- <https://www.slideshare.net/ihsanmail/bahan-aditif-pada-beton>. PT. Sika Indonesia. Cibinong-Bekasi.
- Jamal, M., Widiastuti, M., Anugrah, A. T. (2017). Prosiding Seminar Nasional Teknologi IV. *Pengaruh Penggunaan Sikacim Concrete Additive Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Kasar Bengalon Dan Agregat Halus Pasir Mahakam*. Samarinda.
- Mulyati, Noviard, D., (2011). *Pemanfaatan Pecahan Keramik Sebagai Agregat Kasar Untuk Campuran Beton Normal*. Jurnal Momentum Institut Teknologi Padang Vol 11, No.2. Padang.
- Novrianti, Respati, R., Muda, A. (2014). *Pengaruh Aditif Sikacim Terhadap Campuran Beton K 350 Ditinjau Dari Kuat Tekan Beton*. Media Ilmiah Teknik Sipil. Vol 2, No 2. Palangkaraya.