

Pengaruh Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Bambu Sebagai Pengganti Sebagian Semen Terhadap Kuat Tekan Beton dengan Penggunaan Agregat Kasar Madura

Taurina Jemmy Irwanto¹⁾, Agus Irmawan²⁾

¹⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura
Jl. Raya Panglegur KM. 3,5 Pamekasan, 69371
Email: jirone@gmail.com

²⁾ Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Madura
Jl. Raya Panglegur KM. 3,5 Pamekasan, 69371
E-mail: agusirmawan@gmail.com

Abstract

Concrete is a mixture of Portland cement, fine aggregate, coarse aggregate and water, the author tries to use local Madura crushed stone and bamboo shells as a partial substitute for cement to determine whether the effect of utilizing local waste and materials on the planned compressive strength of concrete. In addition to the use of local materials, it is used shellfish waste which is expected to be able to provide the latest innovations in the world of construction in the future. In this test, concrete is planned in the form of a cube of size 15x15x15 cm, and tested at the age of 7 days and 28 days for each variation of the mixture, the research was carried out using several variations of the concrete mixture, namely, 0%, 2%, 4% and 6% replacement of cement with shells. bamboo shells, where later the 0% variation will be the benchmark for each variation. From the results of testing the chemical content of bamboo clam shells, it was found that the content of lime (CaO) was 98.23%. The results of the compressive test for each variation resulted in an increase in compressive strength from each variation. The greatest increase in compressive strength is at 6% variation with the resulting compressive strength of 21.94 MPa.

Keywords: Bamboo Shells; Rek-Kerrek, Waste, Concrete

Abstrak

Beton adalah campuran antara semen portland, agregat halus, agregat kasar dan air, penulis mencoba menggunakan batu pecah lokal madura dan cangkang kerang bambu sebagai pengganti sebagian semen untuk mengetahui apakah pengaruh pemanfaatan limbah dan bahan lokal tersebut terhadap kuat tekan beton yang direncanakan. Selain pemanfaatan bahan lokal disini digunakan limbah cangkang kerang yang diharapkan mampu memberikan inovasi terbaru dalam dunia konstruksi kedepannya. Pada pengujian ini direncanakan beton berbentuk kubus ukuran 15x15x15 cm, dan diuji pada umur 7 hari dan 28 hari pada setiap variasi campuran, penelitian yang dilakukan menggunakan beberapa variasi campuran beton yaitu, 0%, 2%, 4% dan 6% penggantian semen dengan cangkang kerang bambu, dimana nantinya variasi 0% akan menjadi tolak ukur pada masing-masing variasi. Dari hasil pengujian kandungan kimia pada cangkang kerang bambu didapatkan kandungan kapur (CaO) sebesar 98,23%. Hasil uji tekan pada setiap variasi dihasilkan kuat tekan yang mengalami peningkatan dari setiap variasi. Penambahan kuat tekan paling besar terdapat pada variasi 6% dengan kuat tekan yang dihasilkan sebesar 21,94 Mpa.

Kata Kunci: Kerang Bambu, Rek-Kerrek, Limbah, Beton

PENDAHULUAN

Semakin meluasnya proyek – proyek di Indonesia dengan bentuk yang beragam sehingga diperlukan volume beton yang tidak sedikit dengan kekuatan yang beragam pula, maka dari itu diperlukan sebuah inovasi memanfaatkan bahan lokal yang bersifat limbah yang diharapkan dapat memberikan pengaruh terhadap kuat tekan beton nantinya, selain pemanfaatan material lokal berupa agregat kasar madura, salah satu bahan limbah yang dapat digunakan adalah cangkang kerang bambu sebagai salah satu pengganti sebagian bahan penyusun beton.

Agregat kasar Madura sangat beragam macamnya, salah satunya yaitu batu pecah Rek-Kerrek yang berasal dari Pamekasan. Menurut penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Fauzi, A (2013)

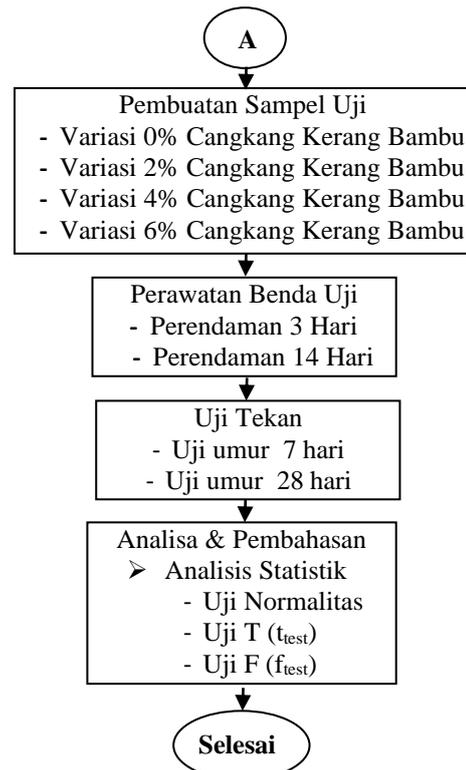
perbandingan antara material lokal dan jawa, diperoleh kesimpulan bahwasanya material lokal mendapatkan hasil kekuatan tekan yang rendah jika dibandingkan dengan material yang berasal dari jawa, karena material lokal lebih banyak mengandung lumpur serta memiliki kadar air yang lebih kecil, sehingga sangat disarankan digunakan untuk beton normal.

Kerang bambu merupakan kerang air laut yang memiliki cangkang berbentuk memanjang yang simetris dengan warna kecoklatan, kerang bambu banyak ditemui di desa Pademawu Barat kabupaten Pamekasan dan mempunyai nama lain *Lorjuk* yang diolah langsung oleh pedagang dengan berbagai macam olahan seperti bahan campuran pada rengginang, soto, kerupuk, dll. Selama ini masyarakat hanya bisa memanfaatkan isi dari kerang bambu sedangkan cangkangnya hanya menjadi limbah

karena mereka tidak mengetahui manfaat dan kandungannya. Penelitian lainnya terkait penelitian beton dengan campuran cangkang kerang yang bertujuan sebagai alternative dalam upaya meningkatkan kuat tekan beton. Supriani, F (2013) melakukan penelitian dengan menggunakan campuran abu atau serbuk cangkang lokan dengan persentase 2,5 %, 5 %, serta 10 % dari berat total semen, dimana uji kuat tekan diuji ketika umur 3,7,14, 28, 56, 120, serta 180 hari, dengan hasil menunjukkan bahwa penambahan 5% abu atau serbuk cangkang lokan memberikan hasil kuat tekan lebih baik dan terus meningkat hingga mencapai nilai optimum pada umur 180 hari. Oktaviani, dkk (2016) melakukan penelitian terhadap kerang darah dan lokan dengan persentase 2%, 4%, 6% dan 8% dengan umur beton 28 hari, menunjukkan bahwasanya dari beberapa variasi pencampuran 4% cangkang kerang darah mendapatkan kuat tekan tertinggi dengan rata - rata 32,08 MPa, sedangkan abu lokan kuat tekan tertinggi pada campuran 6% mempunyai kuat tekan sebesar 31,71 MPa. Menurut penelitian Rahmadi, S dkk (2017) tentang penambahan abu cangkang kerang pada kuat tekan beton pada kadar tertentu mengakibatkan peningkatan nilai kuat tekan, kadar optimum penambahan abu cangkang kerang terjadi terhadap persentase 5.8% dan dapat meningkatkan kuat tekan 7,57% pada hasil tekan beton normal.

Maka pada penelitian lanjutan ini akan mempelajari pengaruh dari pemanfaatan limbah kulit kerang bambu sebagai pengganti sebagian semen pada kuat tekan beton dengan penggunaan agregat kasar Madura, dalam artian berat semen dikurangi dan diganti dengan abu cangkang kerang bambu dengan persentase yang ditentukan. Hal ini dimaksudkan untuk menghasilkan beton yang lebih berkualitas dengan memanfaatkan bahan lokal dan limbah.

METODOLOGI PENELITIAN



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

Pemeriksaan Karakteristik Material

Pemeriksaan karakteristik material mencakup karakteristik agregat kasar, agregat halus dan abu cangkang kerang bambu. Pemeriksaan agregat kasar yang meliputi kadar lumpur, analisa saringan dan kadar air , pemeriksaan agregat halus meliputi kadar lumpur, analisa saringan dan kadar air, sedangkan untuk abu cangkang kerang bambu dilakukan pemeriksaan kandungan kimia. Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Beton Universitas Madura.

Pembuatan Benda Uji

Teknik pengambilan sampel pada penelitian adalah benda uji berbentuk kubus ukuran 15 cm x 15 cm x 15 cm yang berjumlah 24 buah secara keseluruhan untuk mendapatkan kekuatan tekan rata-rata pada masing-msaing pengujian. Untuk rincian jumlah benda uji terdapat Pada **Tabel 1**.

Tabel 1. Benda Uji

Variasi Campuran	Umur Beton	Jumlah Sampel	Jenis Pengujian
0% Cangkang Kerang Bambu	7	3	Uji Tekan
	28	3	Uji Tekan
2% Cangkang Kerang Bambu	7	3	Uji Tekan
	28	3	Uji Tekan
4% Cangkang Kerang Bambu	7	3	Uji Tekan
	28	3	Uji Tekan
6% Cangkang Kerang Bambu	7	3	Uji Tekan
	28	3	Uji Tekan

Sumber: Data Primer (2020)

Berdasarkan **Tabel 1** dapat diambil kesimpulan untuk jumlah sample yang diuji pada umur 7 hari yaitu 12 sampel dan yang akan diuji dalam umur 28 hari sebanyak 12 sampel.

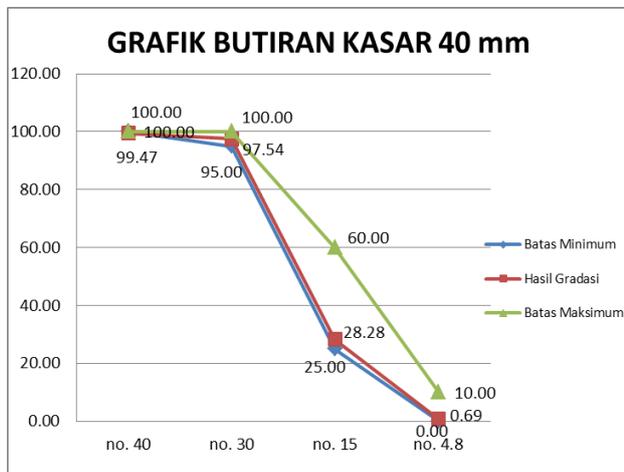
Uji Hipotesis

Menguji hipotesis dua variabel adalah menguji kemampuan suatu variabel terhadap variabel lain yang berkorelasi. Pengujian statistic menggunakan uji hipotesis asosiatif tergantung pada jenis datanya, pada penelitian ini analisa statistik menggunakan aplikasi SPSS versi 16.0.

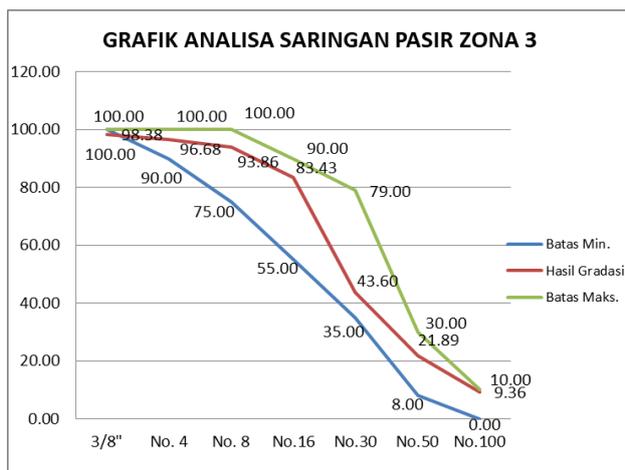
ANALISA HASIL

Pengujian Karakteristik Agregat

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik agregat baik agregat kasar maupun halus. Hasil pengujian karakteristik material agregat ditunjukkan pada **Gambar 2–Gambar 3** dan **Tabel 2-Tabel 3**.



Gambar 2. Distribusi Ukuran Agregat Kasar



Gambar 3. Distribusi Ukuran Agregat Halus

Merujuk pada **Gambar 2** serta **Gambar 3** didapat hasil agregat kasar yang merupakan batu pecah Rek Kerrek berada diantara batas minimum dan maksimum ukuran butiran 40 mm, dengan nilai modulus kehalusan agregat kasar sebesar 5,86 mm dan untuk agregat halus yang berasal dari Jawa berada pada zona III dengan nilai

modulus kehalusan agregat kasar sebesar 3,20. Sedangkan hasil uji kadar air agregat kasar dan agregat halus seperti yang terdapat pada **Tabel 2** tergolong normal dimana dari pemeriksaan laboratorium didapatkan nilai kadar air sebesar 2,04 % untuk agregat kasar dan 2,53% untuk agregat halus.

Tabel 2. Kadar Air

No	Langkah Pemeriksaan	Jenis Agregat		Ket.
		Kasar	Halus	
1	Berat talam + contoh Basah (gr)	1416.75	637.13	Menurut ASTM C-336 Batasan Kadar Air Agregat 2-5%
2	Berat talam + contoh Kering (gr)	1393.36	625.85	
3	Berat Air = (1 - 2) (gr)	23.39	11.28	
4	Berat Talam (gr)	245.75	180.80	
5	Berat contoh kering = (2-4) (gr)	1147.61	445.05	
6	Kadaw Air = (3/5 * 100) (%)	2.04	2.53	

Sumber: Data Primer (2020)

Tabel 3. Kadar Lumpur

No	Langkah Pemeriksaan	Jenis Agregat		Ket.
		Kasar	Halus	
1	Berat talam + Kering Oven (W1) (gr)	1185.40	825.00	Menurut PBI 1970 Batasan Kadar Lumpur Agregat Kasar Max 1% dan Halus Max 5%
2	Berat talam + Bersih Kering Oven (W2) (gr)	1180.95	816.80	
3	Kadar Lumpur = [(W1 - W2) / W1]*100 (%)	0.38	0.99	

Sumber: Data Primer (2020)

Hasil pemeriksaan kadar lumpur yang dilakukan dilaboratorium teknik sipil Universitas Madura didapatkan nilai kadar lumpur yang memenuhi syarat batasan menurut PBI 1970 yaitu 1% maksimum agregat kasar serta 5% maksimum untuk agregat halus seperti yang terdapat pada **Tabel 3**.

Pengujian Kimia Cangkang Kerang

Pemeriksaan kandungan kimia cangkang kerang bambu ada pada **Tabel 4**.

Tabel 4. Uji Cangkang Kerang Bambu

No	Parameter Uji	Hasil Analisa
1.	Kalsium Oksida / Kapur Tohor (CaO)	98,23 %
2.	Stronsium Oksida (SrO)	0,85 %
3.	Besi Oksida (Fe ₂ O ₃)	0,34 %
4.	Belerang Trioksida (SO ₃)	0,45 %
5.	Tembaga Oksida (CuO)	0,07 %
6.	Mangan Oksida (MnO)	0,05 %

Sumber: Data Primer (2020)

Berdasarkan **Tabel 4** hasil pengujian kandungan kimia cangkang kerang bambu dihasilkan kandungan Kapur (CaO) yang sangat mendominasi yaitu sebesar 98,23%, pada penelitian sebelumnya oleh oktavian (2016) dengan jenis kerang yang berbeda hanya dihasilkan kandungan Kapur (CaO) sebesar 66,70%. Sehingga dari perbandingan tersebut jenis kerang bambu dapat digunakan untuk pengganti sebagian semen.

Perencanaan Campuran Beton (Mx Design)

Setelah material ditentukan dan dipilih, tahapan selanjutnya adalah merencanakan campuran beton berdasar pada SNI 03-2834-2000 dan Buku Panduan Praktikum Laboratorium Beton Prodi Teknik Sipil Universitas Madura. Adapun hasil campuran terdapat pada **Tabel 5**.

Tabel 5. Campuran Beton (Mix Design)

Volume beton 1 buah kubus adalah (satu adukan dengan 6 sampel kubus) :		
Volume cetakan beton	= 0,15 x 0,15 x 0,15	= 0,00338 m ³
Volume 6 buah beton	= (0,00338 x 1,2) x 6	= 0,02434 m ³
Untuk komposisi enam buah kubus volume 0,02434 m ³ adalah sebagai berikut :		
Semen	= 0,02434 m ³ x 431,58 Kg/m ³	= 10,50 Kg
Agregat Halus	= 0,02434 m ³ x 667,45 Kg/m ³	= 16,24 Kg
Agregat Kasar	= 0,02434 m ³ x 1043,97 Kg/m ³	= 25,41 Kg
Air	= 0,02434 m ³ x 205 liter	= 4,99 liter
Variasi penggantian sebagian semen dengan cangkang kerang bambu dalam satu adukan		
Variasi 0%	= 0% x 10,50 Kg	= 0 Kg
Variasi 2%	= 2% x 10,50 Kg	= 0,21 Kg
Variasi 4%	= 4% x 10,50 Kg	= 0,42 Kg
Variasi 6%	= 6% x 10,50 Kg	= 0,63 Kg

Sumber: Data Primer (2020)

Pengujian Slump

Hasil *slump test* dari setiap variasi campuran seperti pada **Tabel 6** berikut.

Pengujian *slump* dilakukan pada setiap adukan pada masing-masing variasi untuk mengetahui tingkat *workability* pengerjaan beton, dari **Tabel 6** diperoleh nilai *slump* yang hampir seragam sesuai dengan nilai *slump* yang direncanakan yaitu ±12.

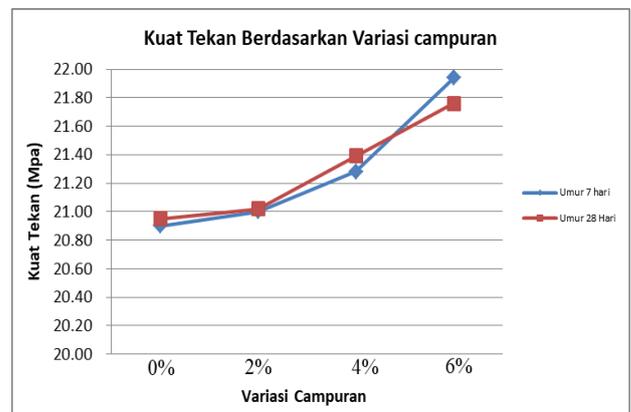
Tabel 6 Pemeriksaan Hasil Slump

Variasi campuran	Nomor Campuran	Nilai Slump (cm)
Variasi 0% Cangkang Kerang Bambu	1	10,00
	2	12,00
Variasi 2% Cangkang Kerang Bambu	1	11,00
	2	13,00
Variasi 4% Cangkang Kerang Bambu	1	12,00
	2	12,00
Variasi 6% Cangkang Kerang Bambu	1	12,00
	2	12,00

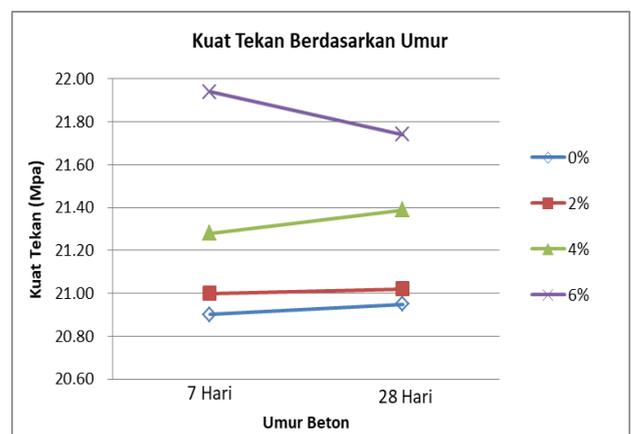
Sumber: Data Primer (2020)

Uji Tekan Beton

Uji tekan beton adalah pengujian yang dilakukan sebagai kontrol terhadap mutu yang direncanakan yaitu 20 Mpa untuk umur uji 7 hari dan 28 hari seperti yang terdapat pada **Gambar 4** dan **Gambar 5**.



Gambar 4. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Variasi Campuran



Gambar 5. Hasil Uji Kuat Tekan Umur 7 dan 28 Hari

Dari **Gambar 4** dan **Gambar 5** diketahui hasil uji tekan masing-masing variasi dengan jumlah sampel yang ditentukan disetiap umur pengujian mengalami kenaikan yang cukup kecil, untuk penambahan kuat tekan paling besar pada umur pengujian 7 hari dan 28 hari terdapat pada variasi 6% cangkang kerang dengan kuat tekan rata-rata 21,94 Mpa pada umur beton 7 hari dan 21,76 pada umur beton 28 hari, nampak bahwa pengerasan beton dengan variasi campuran 6% cangkang kerang bambu umur 7 hari lebih meningkat dibandingkan dengan 28 hari, hal ini disebabkan dengan penambahan cangkang kerang yang mempunyai kandungan kapur yang tinggi sehingga proses pengerasan minggu pertama lebih cepat.

Secara umum bahan dasar pembuatan semen terdiri dari kapur (CaO), silika (SiO₃), Alumina (Al₂O₃), magnesia (MgO) dan alkali (Mulyono, T 2004), dengan kandungan kapur yang tinggi cangkang kerang bambu cocok digunakan sebagai bahan pengganti sebagian semen, secara kimia kapur (CaO) apabila dicampurkan dengan air akan menjadi kalsium hidroksida dan menghasilkan panas (CaO+H₂O → Ca(OH)₂ + panas). Pematatan terjadi saat proses pengikatan kapur yang disebabkan pelepasan air melalui penyerapan atau penguapan sehingga kalsium hidroksida bereaksi dengan karbon dioksida dari udara yang terbentuk kembali menjadi kristal kalsium karbonat yang mengikat massa heterogen menjadi massa padat (Ca(OH)₂ + CO₂ → CaCO₃ + H₂O).

ANALISIS STATISTIK

Analisis statistik menggunakan aplikasi SPSS versi 16.0

Uji Normalitas

Tabel 7. Hasil Uji Normalitas

One-Sample Kolmogorov-Smirnov Test		
		Unstandardized Residual
N		6
Normal Parameters ^a	Mean	0.0000000
	Std. Deviation	1.64760917
Most Extreme Differences	Absolute	0.189
	Positive	0.126
	Negative	-0.189
Kolmogorov-Smirnov Z		0.463
Asymp. Sig. (2-tailed)		0.983
Sumber: Data Primer (2020)		
Test distribution is Normal.		

Berdasarkan pada **Tabel 7**, diketahui nilai *Signifikansi* sebesar 0,983 sedangkan $\alpha = 0.05$, nilai sig > α maka untuk data dikatakan terdistribusi normal.

Koefisien Kolerasi

Dari **Tabel 8** diketahui nilai r sebesar 0,321 dengan nilai koefisien kolerasi (r) sebesar 0,321 maka tingkat hubungan variabel tergolong rendah.

Tabel 8. Hasil Uji Kolerasi

		Independent	Dependent
Independent	Pearson Correlation	1	0.321
	Sig.(2-tailed)		0.535
	N	6	6
Dependent	Pearson Correlation	0.321	1
	Sig.(2-tailed)	0.535	
	N	6	6

Sumber: Data Primer (2020)

Uji Parsial (T test)

Tabel 9. Hasil Uji Parsial Variasi 0%-2%

Pair 1 0% - 2%	Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower				Upper
	-0.95	24.53	10.01	-26.70	24.782	-0.096	5	0.927

Sumber: Data Primer (2020)

Tabel 10. Hasil Uji Parsial Variasi 0%-4%

Paired Samples Test								
Pair 1 0% - 4%	Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower				Upper
	-4.97	21.12	8.62	-27.13	17.199	-0.576	5	0.589

Paired Samples Test								
Pair 1 0% - 6%	Paired Differences				t	df	Sig. (2-tailed)	
	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
				Lower				Upper
	-1.13	24.58	10.04	-37.10	14.496	-1.126	5	0.311

Dari hasil uji parsial semua variasi dapat dilihat hasil uji 0%-2%, 0%-4% dan 0%-6% yang terdapat pada **Tabel 9** dan **Tabel 10** didapat nilai *Signifikansi* lebih besar dari nilai α (0.05) maka dapat disimpulkan Ho diterima dan Ha ditolak sehingga semua variasi tidak memiliki pengaruh, kemungkinan besar karena rentang variasi yang begitu dekat sehingga sangat kecil terjadinya pengaruh antar variasi yang dilakukan.

Uji Anova (F test)

Tabel 11. Hasil Uji Anova

ANOVA ^b					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	1154.389	3	384.796	.780	.604 ^a
Residual	987.195	2	493.598		
Total	2141.584	5			

ANOVA ^b					
Model	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Regression	1154.389	3	384.796	.780	.604 ^a
Residual	987.195	2	493.598		
Total	2141.584	5			
a. Predictors: (Constant), 6%, 2%, 4%					
b. Dependent Variable: 0%					

Dari hasil uji anova dapat dilihat pada **Tabel 11** didapat nilai *Signifikansi* lebih besar dari nilai α (0.05) maka dapat disimpulkan H_0 diterima dan H_a ditolak sehingga untuk variabel independent secara keseluruhan tidak memiliki pengaruh terhadap variabel dependent, hal ini disebabkan jumlah data yang sangat kecil sehingga tingkat eror relatif besar serta rentang variasi yang dilakukan terlalu kecil yaitu 0, 2, 4 dan 6% sehingga mengakibatkan tidak adanya pengaruh.

KESIMPULAN

Dari hasil pengujian uji tekan beton dengan variasi 2%, 4% dan 6% semuanya mengalami penambahan kuat tekan yang relatif kecil, dari berbagai variasi pengaruh penambahan kuat tekan terbesar terjadi pada variasi 6% penggantian semen dengan cangkang kerang yaitu sebesar 1,01 Mpa.

Secara statistik penggantian sebagian semen dengan cangkang kerang bambu tidak memiliki pengaruh, dari uji parsial (uji t) pada variasi 0%-2% nilai *signifikansi* lebih besar dari nilai alpha ($0,93 > 0,05$), variasi 0%-4% nilai *signifikansi* lebih besar dari nilai alpha ($0,59 > 0,05$), variasi 0%-6% nilai *signifikansi* lebih besar dari nilai alpha ($0,31 > 0,05$), sehingga cangkang kerang bambu tidak disarankan digunakan sebagai pengganti sebagian semen karena secara uji tekan memiliki penambahan kekuatan tekan yang relatif kecil dan secara statistik tidak terjadi pengaruh.

Adanya penelitian lanjutan dengan variasi yang berbeda dengan rentang variasi yang lebih besar semisal 5%, 10%, 15% sampai 20% sehingga nantinya dihasilkan persentase maksimum penggantian cangkang kerang terhadap semen.

Adanya penelitian terhadap bahan lain sebagai pengganti sebagian semen yang memiliki kandungan kimia menyerupai kandungan semen secara umum atau dengan penambahan zat *additive* untuk melengkapi kandungan kimia yang hilang akibat penggantian semen dengan cangkang kerang bambu.

DAFTAR PUSTAKA

- Departemen Pekerjaan Umum. 1971. *Peraturan Beton Indonesia (PBI 1971)*. Departemen Pekerjaan Umum. Jakarta.
- Fauzi, A. 2013. *Pengaruh Penggunaan Batu Pecah Madura dan Batu Pecah Jawa Terhadap Kuat Tekan Beton*. Skripsi. Universitas Madura. Pamekasan.
- Kako's Blog. 2012. Solen spp (Solen Vaginalis/Kerag Pisau/Kerang Bambu). <http://arasywa21.blogspot.com>. 28 Nopember 2018.

- Mulyono, T. 2003. *Teknologi Beton*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Nugraha, P., dan Antoni. 2007. *Teknologi Beton*. Andi Offset. Yogyakarta.
- Oktaviani, R., O. Monita, Ismeddiyanto. 2016. *Penggunaan Bubuk Kulit Kerang Darah dan Lokan Sebagai Bahan Pengganti Semen*. Jom FTeknik Vol.3 (2): 1-7.
- Program Studi Teknik Sipil. 2013. *Buku Panduan Praktikum Laboratorium Beton Prodi Teknik Sipil Universitas Madura*. Universitas Madura. Pamekasan.
- Riduwan. 2009. *Pengantar Statistika Sosial*. Cetakan Kedua. Alfabeta. Bandung.
- Rahmadi, S., F. N. Abdi, B. Haryanto. 2017. *Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Kerang Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Kasar palu dan Agregat halus Pasir Mahakam*. Jurnal Fakultas Teknik : C.37-C.45
- Somantri, A., dan Muhidin A. 2006. *Aplikasi Statistika Dalam Penelitian*. Pustaka Setia. Bandung.
- Supriani, F. 2013. *Pengaruh Umur Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Akibat Penambahan Abu Cangkang Lokan*. Jurnal Inersia Vol.5 (2): 41-49.
- Standar Nasional Indonesia. 2000. *Tata cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal (SNI .3-2834-2000)*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.