

## PENGARUH SUBSTITUSI AGREGAT HALUS DENGAN SERBUK CANGKANG KERANG DARAH TERHADAP KUAT TEKAN BETON

Pali Celine Tansera <sup>1)</sup>, Fachriza Noor Abdi <sup>2)</sup>, Triana Sharly P. Arifin <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl.Sambaliung No.9  
Kampus Gunung Kelua, Samarinda  
e-mail: [palicelinet@gmail.com](mailto:palicelinet@gmail.com)

<sup>2)</sup>Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl.Sambaliung No.9  
Kampus Gunung Kelua, Samarinda  
e-mail: [fnabdi@yahoo.com](mailto:fnabdi@yahoo.com)

<sup>3)</sup>Pengajar Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Mulawarman, Jl.Sambaliung No.9  
Kampus Gunung Kelua, Samarinda  
e-mail: [triana.sharly@gmail.com](mailto:triana.sharly@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk memanfaatkan limbah cangkang kerang sekaligus menyelamatkan lingkungan pantai dari pencemaran sekaligus mencari inovasi baru pada teknologi beton, dan ingin mengetahui bagaimana pengaruhnya sebagai bahan substitusi agregat halus pada campuran beton.

Substitusi cangkang kerang halus dengan variasi 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% dari volume agregat halus, dengan FAS 0,4 dan sampel berbentuk silinder 15 cm x 30 cm masing-masing 5 buah sehingga berjumlah 35 sampel. Sampel-sampel tersebut akan dilakukan pengujian setelah berumur 28 hari. Pengukuran slump pada masing-masing campuran menunjukkan nilai slump yang bervariasi : beton normal = 14 cm, beton substitusi 5% = 17 cm, beton substitusi 10% = 14 cm, beton substitusi 15% = 14 cm, beton substitusi 20% = 18 cm, dan beton substitusi 25% = 15 cm.

Hasil pengujian beton diperoleh kuat tekan sebesar: 21,31 MPa, 16,14 MPa, 20,31 MPa, 20,55 MPa, 22,63 MPa, dan 25,05 MPa. Dari hasil di atas dapat disimpulkan bahwa substitusi cangkang kerang 25% meningkatkan kuat tekan maksimum (25,05 %) dari beton normal, sedangkan substitusi cangkang kerang 10%, 15%, dan 20% memenuhi kuat tekan rencana beton, maka substitusi serbuk cangkang kerang 10%, 15%, 20%, dan 25% dapat memberikan dampak positif terhadap peningkatan kuat tekan beton, sedangkan substitusi 5% mengalami penurunan kuat tekan sebesar 5,17 % dari beton normal

Kata kunci: Cangkang kerang, Agregat dan Kuat tekan Beton

### **Abstract**

*This research was conducted to utilize shell waste while saving the coastal environment from pollution, looking for new innovations in concrete technology, and want to know how it affects it as a substitute for fine aggregate in concrete mixes.*

*The variations of shell powder substitution are 5%, 10%, 15%, 20% and 25% of the volume of fine aggregate, with Cement Water Factor 0.4. The dimensions of cylindrical samples is 15 cm x 30 cm. For each variation, 5 samples were made, so 35 samples were obtained. These samples will be testing after the age of concrete reaches in 28 days. Slump measurements for each mixture show the variety of slump values: normal concrete = 14 cm, 5% substituted concrete = 17 cm, 10% substituted concrete = 14 cm, 15% substituted concrete = 14 cm, 20% substituted concrete = 18 cm, and 25% substituted concrete = 15 cm..*

*The results of concrete testing acquired compressive strength: 21.31 MPa, 16.14 MPa, 20.31 MPa, 20.55 MPa, 22.63 MPa and 25.05 MPa. From the results, it can be concluded that 25% shell substitution increases the maximum compressive strength (25.05%) of normal concrete, while 10%, 15%, and 20% shell shell substitution have fulfilled the design of compressive strength, so the shell powder substitution 10%, 15%, 20%, and 25% have positive impact on increasing the compressive strength of concrete, while 5% substitution has a decrease in compressive strength of 5.17% from normal concrete.*

**Keywords: Shells, Aggregate and Concrete Compressive Strength**

## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Semakin meluasnya penggunaan beton menunjukkan semakin banyak juga kebutuhan beton dimasa yang akan datang, namun bahan baku pembentuk beton yang selama ini diperoleh dari alam cenderung menurun yang mendorong para peneliti menambahkan bahan – bahan lain yang mempunyai sifat yang sama dengan pembentuk beton dalam campuran beton. Untuk hal ini perlu adanya alternatif bahan campuran tambahan lainnya agar dapat meningkatkan kekuatan pada beton tersebut memiliki sifat yang lebih baik.

Pemilihan cangkang kerang dapat dimanfaatkan sebagai salah satu bahan alternatif dasar pembentuk beton yaitu pasir, yang diganti dengan tumbukan cangkang kerang darah (*anadara granosa*). Usaha untuk memanfaatkan serbuk cangkang kerang ini akan dapat memberikan nilai ekonomis terhadap konstruksi serta suatu upaya pelestarian sumber daya alam. Serbuk kulit kerang mengandung senyawa kimia pozzolan, yaitu mengandung zat kapur, alumina dan senyawa kimia silika sehingga berpotensi digunakan sebagai bahan baku beton alternatif yang diharapkan mampu memberikan kontribusi dalam dunia konstruksi.

Oleh karena itu, perlu mencari inovasi baru untuk campuran beton dengan menggunakan hasil laut. Hal inilah yang mendorong penulis memanfaatkan limbah cangkang kerang sebagai bahan substitusi untuk membuat beton yang kuat dan ekonomis terhadap konstruksi serta suatu upaya pelestarian sumber daya alam.

### Tujuan Penelitian

1. Menentukan nilai berat isi dalam pengujian kuat tekan benda uji yang berbentuk silinder
2. Mengetahui nilai kuat tekan terhadap beton dengan substitusi cangkang kerang dengan agregat halus terhadap kuat tekan beton
3. Menentukan kuat tekan tertinggi dari substitusi cangkang kerang dengan agregat halus terhadap kuat tekan beton

## LANDASAN TEORI

### Beton

Menurut Asroni (2010), secara sederhana beton dibentuk oleh pengerasan campuran antara semen, air, agregat halus (pasir), dan agregat kasar (batu pecah atau kerikil). Terkadang ditambahkan pula campuran bahan lain (*admixture*) untuk memperbaiki kualitas beton. Berdasarkan berat isinya beton dapat dibedakan menjadi tiga jenis, yaitu beton ringan, beton berat, dan beton normal. Umumnya beton dibuat dengan menggunakan bahan agregat yang mempunyai kepadatan seperti yang diinginkan.

### Proses Terjadinya Beton

Proses terjadinya beton adalah pasta semen yaitu proses hidrasi antara air dengan semen (Mulyono, 2005), kemudian jika ditambahkan dengan agregat halus menjadi mortar dan jika ditambahkan dengan agregat kasar menjadi beton.

### Keunggulan Beton

Beton memiliki beberapa keunggulan, yaitu:

1. Mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi.
2. Mampu menahan beban yang berat.
3. Tahan terhadap temperatur tinggi.
4. Biaya pemeliharaan yang relatif kecil.

### Kekurangan Beton

Adapun kekurangan dari beton yaitu:

1. Beton cenderung untuk retak, karena semennya hidraulis.
2. Kualitasnya sangat tergantung dari cara pelaksanaan di lapangan.
3. Struktur beton sulit untuk dipindahkan.
4. Beton sulit untuk kedap air secara sempurna.

5. Beton dapat mengembang dan menyusut bila terjadi perubahan suhu.

#### **Semen Portland**

Semen Portland adalah semen yang banyak digunakan dalam pekerjaan konstruksi. Menurut ASTM C-150, 1985, semen Portland ialah semen hidrolis yang dihasilkan dengan kliner yang terdiri dari kalsium silikat hidrolis, yang umumnya mengandung satu atau lebih bentuk kalsium sulfat sebagai bahan tambahan yang digiling bersama-sama dengan bahan utamanya.

#### **Agregat**

Agregat yang digunakan dalam campuran beton dapat berupa agregat alam atau agregat buatan (*artificial aggregates*). Secara umum, agregat dapat dibedakan berdasarkan ukurannya, yaitu, agregat kasar dan agregat halus. Agregat kasar adalah batuan yang ukuran butirannya lebih besar dari 4.80 mm dan agregat halus adalah batuan yang lebih kecil dari 4.80 mm (Mulyono, 2004).

#### **Air**

Air merupakan bahan yang diperlukan untuk proses reaksi kimia, dengan semen untuk pembentukan pasta semen. Air juga digunakan untuk pelumas antara butiran dalam agregat agar mudah dikerjakan dan dipadatkan. Air dalam campuran beton menyebabkan terjadinya proses hidrasi dengan semen. Jumlah air yang berlebihan akan menurunkan kekuatan beton, namun air yang terlalu sedikit akan menyebabkan proses hidrasi yang tidak merata (Tjokrodimuljo, 1996).

#### **Serbuk Cangkang Kerang**

senyawa kimia yang terkandung dalam cangkang kerang adalah kitin, kalsium karbonat, kalsium hidrosiapatit dan kalsium posfat. Sebagian besar cangkang kerang mengandung kitin. Kitin merupakan suatu polisakarida alami yang memiliki banyak kegunaan, seperti bahan pengkelat, pengemulsi dan *adsorben*. Salah satu senyawa kitin yang banyak dikembangkan adalah kitosan. Kitosan adalah suatu amina polisakarida hasil destilasi. Selain kitin

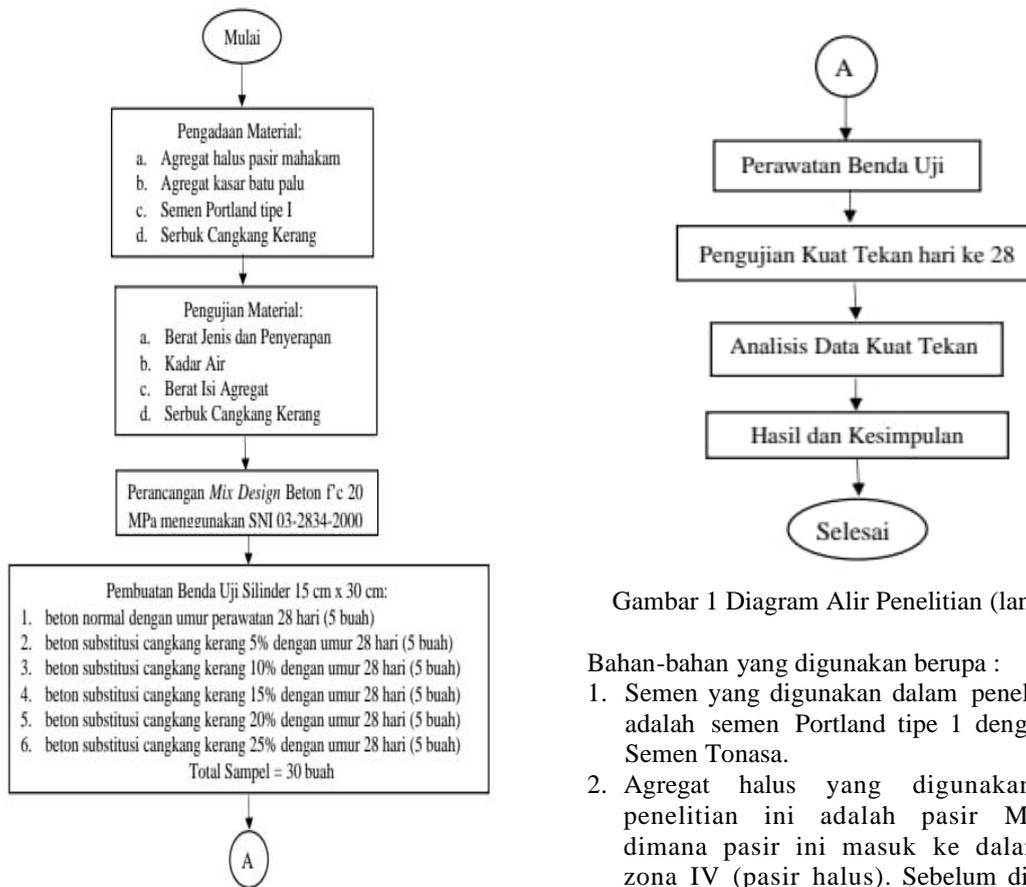
cangkang kerang juga memiliki kalsium karbonat ( $\text{CaCO}_3$ ) yang secara fisik mempunyai pori-pori yang memungkinkan memiliki kemampuan mengadsorpsi atau menyerap zat-zat lain kedalam pori-pori permukaannya. Cangkang kerang darah (tempurung kerang) yang keras dan mengandung kapur, silika, Mangan oksida, alumina dan lainnya yang baik untuk meningkatkan mutu beton, ditumbuk sampai halus dan disaring dengan saringan yang sesuai, sehingga diperoleh serbuk cangkang kerang mempunyai ukuran yang sama dengan agregat halus (pasir), selanjutnya dapat digunakan sebagai bahan substitusi agregat halus untuk membuat beton yang kuat dan ekonomis.

#### **METODOLOGI PENELITIAN**

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan cara membuat benda uji (sampel) di Laboratorium Rekayasa Teknik Sipil Universitas Mulawarman. Penelitian yang dilakukan yaitu kuat tekan beton. Adapun variasi yang digunakan adalah serbuk cangkang kerang 5%, 10%, 15% 20%, 25% terhadap agregat halus. Jenis benda uji yang digunakan adalah silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan kuat tekan  $f_c'$  20 MPa. Waktu pengujian dilakukan setelah beton berumur 28 hari. Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan dimulai dari persiapan material, pemeriksaan dan pengujian bahan uji, perhitungan rencana benda uji, pembuatan benda uji, dan terakhir pengujian benda uji.

#### **Rancangan Penelitian**

Adapun diagram alur penelitian yang telah dilakukan yakni:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Gambar 1 Diagram Alir Penelitian (lanjutan)

Bahan-bahan yang digunakan berupa :

1. Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah semen Portland tipe 1 dengan merk Semen Tonasa.
2. Agregat halus yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir Mahakam dimana pasir ini masuk ke dalam pasir zona IV (pasir halus). Sebelum digunakan sebagai material penyusun campuran beton pasir diuji untuk mengetahui kelayakan meliputi pengujian kadar air, kadar lumpur, gradasi pasir, berat jenis dan penyerapan.
3. Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah batu Palu dengan ukuran maksimum 40 mm.
4. Bahan tambah yang digunakan adalah Serbuk Cangkang Kerang
5. Air berasal dari Laboratorium Rekayasa Sipil Fakultas Teknik Universitas Mulawaraman.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah alat pengujian kadar air, lumpur, gradasi butiran, berat jenis, penyerapan agregat halus dan kasar serta keausan untuk agregat kasar, *Concrete mixer* serta alat pembantu lain seperti cetok, palu dan talam untuk proses pencampuran pembuatan beton; Cetakan silinder 15 cm x 30 cm; Alat *Slump Test* dan Timbangan.

**Pengujian Bahan Material**

Dilakukan pengujian bahan material berupa pengujian gradasi, berat jenis, kadar air agregat, dan kadar lumpur terhadap agregat halus, sedangkan agregat kasar ditambah pengujian keausan agregat.

**Pembuatan Benda Uji**

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan benda uji dengan 30 variasi dengan waktu pengujian pada umur beton 28 hari dengan sampel uji berbentuk silinder ukuran 30 cm x 15 cm.

**Perawatan Benda Uji**

Setelah benda uji selesai dicetak, beton dengan campuran Serbuk Cangkang Kerang dibiarkan selama 3-5 hari terlebih dahulu sebelum lepas cetakan lalu direndam selama kurang lebih 28 hari.

**Pengujian Benda Uji**

Setelah berumur 28 hari, dilakukan pengujian kuat tekan dengan rincian 30 sampel pada umur 28 hari. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin kuat tekan.

**HASIL DAN ANALISIS**

**Hasil dan Analisis Agregat Halus**

Dalam pengujian analisis agregat halus, dilakukan pemeriksaan kadar air, kadar lumpur, analisis saringan, berat jenis dan penyerapan agregat.

Tabel 1 Hasil Pengujian Agregat Halus Mahakam

No.	Pengujian Agregat Halus	Hasil
1.	Pengujian Berat Jenis Agregat	2,29 gram
2.	Pengujian Penyerapan Agregat	1,79%
3.	Analisa Saringan Agregat (MHB)	2,64
4.	Pengujian Kadar Air Agregat	2,21%
5.	Pengujian Kadar Lumpur Agregat	1,60%

Dari tabel 1 di atas, dapat diketahui hampir semua hasil pengujian yang telah dilakukan rata-rata telah memenuhi syarat yang didapatkan.

**Hasil dan Analisis Agregat Kasar**

Pengujian pada agregat kasar juga dilakukan untuk mengetahui karakteristik bahan yang akan digunakan. Pemeriksaan yang dilakukan adalah kadar air, kadar lumpur, analisis saringan, keausan agregat, berat jenis dan penyerapan agregat yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Agregat Kasar

No.	Pengujian Agregat Kasar	Hasil
1.	Pengujian Berat Jenis Agregat	2,67 gram
2.	Pengujian Penyerapan Agregat	1,65%
3.	Analisa Saringan Agregat (MHB)	3,05
4.	Pengujian Kadar Air Agregat	1,68%
5.	Pengujian Kadar Lumpur Agregat	3,49%
6.	Pengujian Keausan Agregat	13,87%

Dari hasil di atas, nilai kadar lumpur melebihi ketentuan yaitu lebih dari 1% yang artinya harus dicuci hingga bersih sebelum digunakan. Selain itu, dapat diketahui jika hasil pengujian lain terhadap agregat kasar juga telah memenuhi persyaratan yang artinya dapat digunakan sebagai bahan utama campuran beton.

**Rancangan Campuran**

Pada tahap selanjutnya dilakukan pembuatan beton sesuai dengan proporsi campuran yang telah direncanakan sesuai dengan perhitungan *mix design* dengan variasi penambahan Serbuk Cangkang Kerang 5%, 10%, 15%, 20% dan 25% sebagai bahan pengganti agregat halus (pasir mahakam) adapun proporsi campuran per satu benda uji sebagai berikut:

No	Sampel	Semen (Kg)	Air (Liter)	Agregat Halus (Kg)	Agregat Kasar (Kg)	Serbuk Cangkang Kerang (gr)
1	Bnormal	2,182	1,113	2,827,3	8,852	0
2	5%	2,182	1,113	2685,9	8,852	88,38
3	10%	2,182	1,113	2544,6	8,852	176,76
4	15%	2,182	1,113	2403,2	8,852	265,14
5	20%	2,182	1,113	2261,8	8,852	353,52
6	25%	2,182	1,113	2120,5	8,852	441,90

**Pengujian Kuat Tekan**

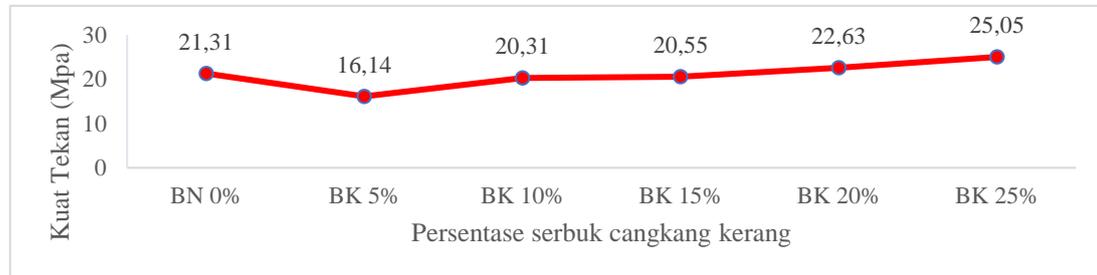
Pengujian kuat tekan dilaksanakan setelah beton berumur 28 hari. Pengujian ini menggunakan mesin kuat tekan dengan 5 sampel benda uji pada setiap variasinya. Sampel berbentuk

silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm. Hasil dari pengujian kuat tekan beton dapat dilihat pada tabel 4 di bawah ini.

Tabel 5 Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton dengan Serbuk Cangkang Kerang umur 28 hari

No	Sampel	Berat Benda Uji (gr)	Beban (kN)	Kuat Tekan Konversi 28 Hari (MPa)	Rata-rata (MPa)
1	Bnormal	13096	313	21,35	21,31
		12092	338	23,06	
		13020	301	20,53	
		12050	300	20,46	
		12038	310	21,15	
2	BK5%	12070	227	15,48	16,41
		12060	236	16,10	
		12058	237	16,17	
		12068	241	16,44	
		12058	242	16,51	
3	BK10%	13096	295	20,12	20,31
		12092	306	20,87	
		13020	292	19,92	
		12050	303	20,67	
		12038	293	19,99	
4	BK15%	12070	318	21,69	20,55
		12060	297	20,26	
		12058	295	20,12	
		12068	303	20,67	
		12058	293	19,99	
5	BK20%	12064	330	22,51	22,63
		12064	339	23,12	
		12048	311	21,21	
		10280	347	23,67	
		10300	332	22,65	
6	BK25%	12078	365	24,90	22,05
		12064	405	27,63	
		12086	347	23,67	
		12068	357	24,35	
		12058	362	24,69	

Gambar 2 Grafik kuat tekan beton dengan Serbuk Cangkang Kerang 28 hari



Berdasarkan hasil pengujian kuat tekan beton umur 28 hari pada benda uji beton serbuk cangkang kerang 5% diperoleh kuat tekan 16,41 MPa, kemudian pada benda uji Beton serbuk cangkang kerang 10% dengan kuat tekan rata-rata 20,31 MPa, pada benda uji Beton serbuk cangkang kerang 15% memiliki kuat tekan rata-rata 20,55 MPa, pada benda uji Beton serbuk cangkang kerang 20% memiliki kuat tekan rata-rata 22,63 MPa, pada benda uji Beton Serbuk Cangkang Kerang 25% memiliki kuat tekan rata-rata 25,05 Mpa, dan pada benda uji Bnormal memiliki kuat tekan rata rata 21,31 Mpa.

Berdasarkan pengamatan peneliti, diperkirakan telah terjadi kesalahan dalam penelitian (*human error*) pada sampel substitusi cangkang kerang 5%. Berdasarkan penelitian terdahulu yang sejenis, pada sampel substitusi 5% selalu mengalami kenaikan dibanding beton normal. Berbeda dengan penelitian ini yang mengalami penurunan pada sampel 5 %.

Menurut Arbi (2015), sampel beton dengan substitusi cangkang kerang 5% mengalami kenaikan 27,7% dari kuat tekan beton normal. Sedangkan menurut Karimah dkk (2020),

sampel beton dengan substitusi cangkang kerang 5% mengalami kenaikan 2,82% dari kuat tekan beton normal. Menurut Andika (2019), sampel beton dengan penambahan cangkang kerang 5% mengalami kenaikan 28,2% dari kuat tekan beton normal.

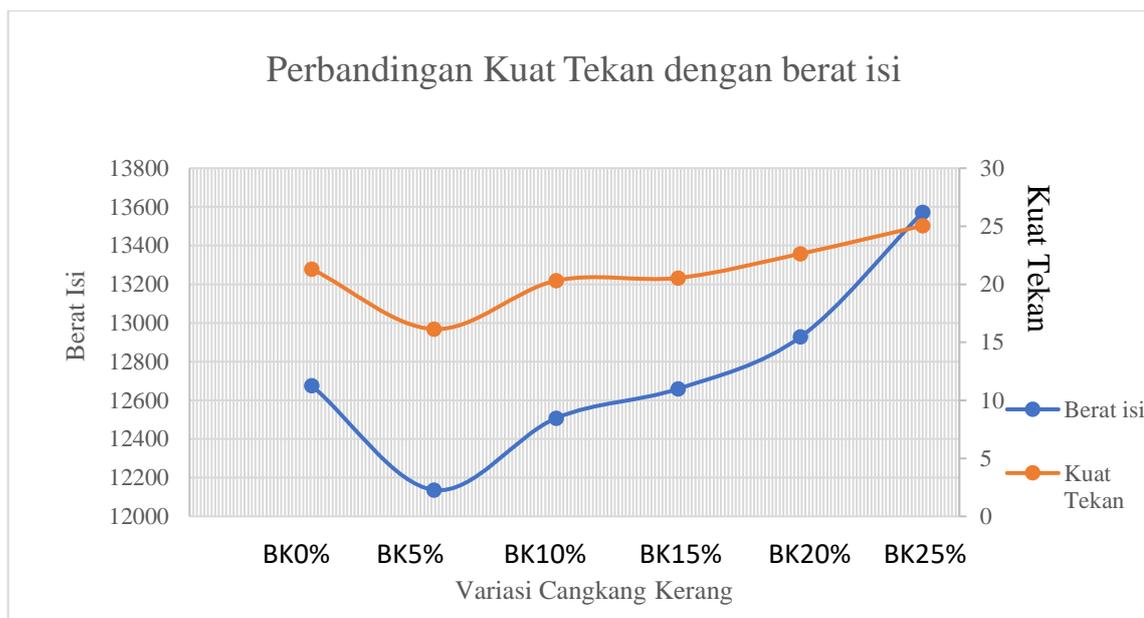
Berdasarkan 3 sumber di atas, pengganti atau penambahan serbuk cangkang kerang 5% dari berat pasir selalu mengalami kenaikan. Peneliti berasumsi bahwa telah terjadi kesalahan (*human error*) saat dilakukan pembuatan sampel substitusi 5% cangkang kerang. Diperkirakan terjadi kesalahan pada saat penimbangan air untuk pencampuran pada beton. Wadah untuk menempatkan air pada timbangan tidak di 0-kan (*tare*) sehingga volume air menjadi lebih banyak dari seharusnya. Saat melakukan pencampuran (*mix* beton) timbangan digital banyak yang menggunakannya secara bergantian. Hal ini yang menyebabkan peneliti kurang teliti saat melakukan penimbangan.

Air yang lebih banyak menyebabkan FAS meningkat. Hal ini sejalan dengan menurunnya kuat tekan beton pada Grafik *mix design* beton saat menaikkan nilai FAS. Berbanding terbalik saat nilai FAS lebih

rendah, maka nilai kuat tekan rencana umumnya lebih tinggi.

Tabel 6 Perbandingan Berat Isi dengan Kuat Tekan Beton

No	Sampel	Penambahan Serbuk Cangkang (%)	Berat Isi Rata-rata (kg/m <sup>3</sup> )	Kuat Tekan Rata (MPa)
1	Bnormal%	0%	12676	21,31
2	BK5%	5%	12136,8	16,14
3	BK10%	10%	12508	20,31
4	BK15%	15%	12660	20,55
5	BK20%	20%	12928	22,63
6	BK25%	25%	13572	25,05



Gambar 3 Grafik perbandingan kuat tekan dan berat isi umur 28 hari

Dari gambar tersebut dapat dilihat bahwa setiap penambahan cangkang kerang ke dalam campuran beton meningkatkan kuat tekan dan berat isi dari campuran beton yang dihasilkan mulai dari presentase 10% sampai 25%, pengecualian pada sampel 5%. Kuat tekan tertinggi yaitu 25,05 MPa memiliki berat isi

rata-rata 13572 kg/m<sup>3</sup> merupakan campuran beton variasi cangkang kerang 25%. Adapun pada beton variasi cangkang kerang 5% memiliki kuat tekan rata-rata 16,14 MPa dengan berat isi beton rata-rata 12136,8 kg/m<sup>3</sup>, pada beton variasi cangkang kerang variasi 10% memiliki kuat tekan rata-rata 20,31 MPa dengan

berat isi beton rata-rata 12508 kg/m<sup>3</sup>, pada beton variasi cangkang kerang 15% memiliki kuat tekan 20,55 MPa dengan berat isi beton rata-rata 12660 kg/m<sup>3</sup>. Pada beton variasi cangkang kerang 20% memiliki kuat tekan rata-rata 22,63 Mpa dengan berat isi memiliki berat isi rata-rata 12928 kg/m<sup>3</sup> Setiap penambahan cangkang kerang, dan pada beton normal memiliki kuat tekan 21,31 Mpa dan berat isi 12676 kg/m<sup>3</sup>. Nilai kuat tekan dan berat isi terdapat peningkatan seiring meningkatnya variasi cangkang kerang yang ditambahkan kedalam campuran beton.

Sesuai dengan pembahasan sebelumnya pada pengujian kuat tekan, dapat diketahui bahwa berat isi beton sejalan dengan kuat tekan beton. Semakin tinggi berat isi beton maka semakin tinggi pula kuat tekan betonnya. Hal ini dapat dilihat pada sampel substitusi serbuk cangkang kerang 5 % berat isinya lebih rendah daripada sampel beton normal, sejalan dengan kuat tekannya yang mana lebih rendah daripada sampel beton normal. Sedangkan pada sampel substitusi cangkang kerang lainnya berat isinya lebih tinggi dibanding beton normal, sejalan dengan kuat tekannya.

#### KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Berat isi rata-rata dari beton umur 28 hari variasi beton normal 0% cangkang kerang 12676 kg/m<sup>3</sup>, berat isi beton variasi 5% cangkang kerang 12136,8 kg/m<sup>3</sup>, berat isi beton variasi 10% cangkang kerang 12508 kg/m<sup>3</sup>, berat isi beton variasi 15% cangkang kerang 12660 kg/m<sup>3</sup>, berat isi beton variasi 20% cangkang kerang 12928 kg/m<sup>3</sup>, berat isi beton variasi 25% cangkang kerang 13572 kg/m<sup>3</sup>

2. Hasil kuat tekan rata-rata dari beton umur 28 hari variasi beton normal penggunaan cangkang kerang 21,31 Mpa, variasi beton dengan campuran 5% cangkang kerang mengalami penurunan dengan kuat tekan 16,14 Mpa, variasi beton campuran 10% cangkang kerang mengalami kenaikan dengan kuat tekan 20,31 Mpa, variasi beton campuran 15% cangkang kerang 20,55 Mpa, Variasi beton campuran 25% cangkang kerang 25,05 Mpa.
3. Berdasarkan hasil pengujian nilai kuat tekan beton maksimum tertinggi terjadi pada variasi substitusi cangkang kerang dengan agregat halus (pasir Mahakam) terhadap kuat tekan beton dengan umur 28 hari adalah beton variasi 25% cangkang kerang dengan kuat tekan rata-rata 25,05%

#### Daftar Pustaka

1. Badan Standarisasi Nasional, 1990, *Metode Pengujian Tentang Analisis Saringan Agregat Halus Dan Kasar*.
2. Badan Standarisasi Nasional, 1990, *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Kasar*.
3. Badan Standarisasi Nasional Indonesia, 1990, *Metode Pengujian Berat Jenis Dan Penyerapan Air Agregat Halus*.
4. Badan Standarisasi Nasional, 1990, *Metode Pengujian Kadar Air Agregat*.
5. Badan Standarisasi Nasional, 1990, *Metode Pengujian Slump Beton*.
6. Badan Standarisasi Nasional, 1990, *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*.
7. Badan Standarisasi Nasional, 2000, *Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton*