PENGGUNAAN BUBUK KULIT KERANG DARAH DAN LOKAN SEBAGAI BAHAN PENGGANTI SEMEN

Revina Oktaviani[1)], Monita Olivia[2)], Ismeddiyanto[3)]
[1)]Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
[2)]Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
[3)]Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Riau
Kampus Bina Widya J. HR Soebrantas KM 12,5 Pekanbaru, Kode Pos 28293
Email : revina.oktaviani13@gmail.com

Abstract

In this study, two types of waste seashells, including blood clam and lokan used as cement replacement material. The parameters studied include compressive strength, workability, and unit weight. These properties were compared with those of a control concrete that was made of Ordinary Portland Cement (OPC). Based on the mixes using the ground seashell with proportion 2, 4, 6, and 8% by weight of cement, the optimum compressive strength was achieved for the mix that replaced cement by 4%. Incorporation of lokan seashell resulted higher unit weight than other concrete. The result indicate that waste seashells can be applied as cement replacement and may improve the workability of concrete.

Keywords: seashells, cement replacement, compressive strength, unit weight, workability

A. PENDAHULUAN

A.1 Latar belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan yang terletak di kawasan tropis antara dua benua (Asia dan Australia) dan dua Samudera (Samudera Hindia dan Samudera Pasifik) yang terdiri atas sekitar 17.500 pulau dengan panjang garis pantai sekitar 95.181 km. Wilayah Indonesia luasnya sekitar 9 juta km^2 yang terdiri dari 2 juta km^2 daratan, dan 7 juta km^2 lautan (Kusmana *et al*., 2015). Sehingga Indonesia mempunyai potensi yang besar dalam bidang kelautan dan industri hasil perikanan. Untuk komoditas kepiting dan kerang-kerangan dapat menghasilkan produksi sebanyak 528.403 ton/tahun, dengan taksiran nilai US$ 567.080.000 (Mahari, 2015). Hal ini berdampak pada menumpuknya limbah kulit kerang. Pemanfaatan limbah kerang selama ini hanya terbatas pada kerajinan tangan, padahal limbah kulit kerang mengandung senyawa kimia CaO sebesar 66,70% sehingga dapat dijadikan alternatif pengganti semen untuk campuran beton.

Pada tahun 2013, Syafpoetri menunjukkan bahwa limbah makanan laut seperti kulit udang dan kulit kerang dapat dijadikan sebagai bahan penyusun dalam campuran beton. Menurut Bahtiar dan Hidayat, kadar abu kulit kerang optimum sebesar 6% mampu menghasilkan kuat tekan sebesar 40,056 MPa. Dalam Mifshella (2014) penggunaan abu kulit kerang sebesar 4% dapat menghasilkan kuat tekan sebesar 36,78 MPa.

A.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengkaji persentase optimum abu kulit kerang yang digunakan dalam campuran beton
2. Mengkaji kuat tekan beton menggunakan abu kulit kerang
3. Mengkaji berat jenis satuan beton yang menggunakan abu kulit kerang
4. Mengkaji *workability* beton yang menggunakan abu kulit kerang

B. TINJAUAN PUSTAKA

B.1 Definisi Beton

Kata beton dalam bahasa Indonesia berasal dari kata yang sama dalam bahasa Belanda. Kata *concrete* dalam bahasa Inggris berasal dari bahasa Latin *concretus* yang berarti tumbuh bersama atau menggabungkan menjadi satu. Dalam bahasa Jepang digunakan kata *kotau-zai*, yang arti

harafiahnya material-material seperti tulang; mungkin karena agregat mirip tulang-tulang hewan (Nugraha dan Antoni, 2007).Beton adalah material komposit (campuran) dari beberapa bahan batu-batuan yang direkatkan oleh bahan ikat. Beton dibentuk dari campuran agregat (kasar dan halus), semen, air dengan perbandingan tertentu dan dapat pula ditambah dengan bahan campuran tertentu apabila dianggap perlu. Bahan air dan semen disatukan akan membentuk pasta semen yang berfungsi sebagai bahan pengikat, sedangkan agregat halus dan agregat kasar sebagai bahan pengisi (Kusuma, 1993).

Sebagai bahan konstruksi beton mempunyai keunggulan dan kelemahan, menurut Mulyono (2003) keunggulan dan kelemahan beton antara lain:

1. Harganya relatif murah,
2. Mampu menahan beban yang berat,
3. Mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan konstruksi,
4. Biaya pemeliharaan/perawatannya kecil,
5. Tahan terhadap temperatur yang tinggi,
6. Tersedia dimana-mana.

Kelemahan beton antara lain:

1. Beton mempunyai kuat tarik yang rendah, sehingga mudah retak. Oleh karena itu perlu diberi baja tulangan, atau tulangan kasa (*meshes*),
2. Beton sulit untuk dapat kedap air secara sempurna, sehingga selalu dapat dimasuki air dan air yang membawa kandungan garam dapat merusak beton,
2. Daya pantul suara besar,
3. Bentuk yang telah dibuat sulit diubah,
4. Mempunyai beban yang berat

B.2 Bahan Penyusun Beton

B.3.1 Semen

Semen adalah suatu bahan campuran yang secara kimiawi aktif setelah terkena air. Komposisi semen terdiri dari berbagai macam campuran dan berbeda-beda sesuai dengan jenisnya. Secara umum, semen dapat dibedakan menjadi dua golongan, yaitu semen hidrolik dan semen non-hidrolik.

Semen hidrolik adalah semen yang mempunyai kemampuan untuk mengeras di dalam air. Contoh semen hidrolik adalah kapur hidrolik, semen *pozzolan*, semen alumina, semen ekspansif, semen *portland-pozzolan* dan semen-semen untuk keperluan khusus. Semen non-hidrolik adalah semen yang tidak dapat mengeras di dalam air, akan tetapi mampu mengeras di udara, contoh semen non-hidrolik adalah kapur.

B.3.2 Agregat

Agregat merupakan salah satu material yang digunakan pada campuran beton. agregat tidak memiliki reaksi terhadap air akan tetapi pada campuran beton, agregat akan saling mengikat dengan bantuan semen. Walaupun pada campuran beton agregat hanya berfungsi sebagai pengisi, karena komposisi agregat yang besar berkisar 60-70% (Mulyono, 2003), maka pengaruh kualitas agregat terhadap mutu beton juga berpengaruh. Agregat yang baik akan menghasilkan kemudahan pengerjaan yang baik, ketahanan yang baik pada beton dan ekonomis.

Secara ukuran, agregat dapat dibedakan menjadi dua bagian yaitu agregat halus dan agregat kasar. Agregat halus adalah agregat yang ukuran butirnya lebih kecil dari 4.80 mm (*British Standard*) atau 4.75 mm (Standar ASTM), sedangkan agregat kasar adalah agregat yang ukuran butirnya lebih besar dari 4.80 mm (*British Standard*) atau 4.75 mm (Standar ASTM). Agregat kasar dibagi lagi menjadi dua bagian, yaitu berukuran 4.80-40 mm dan lebih besar dari 40 mm. Biasanya dalam campuran beton, ukuran agregat kasar yang dipakai adalah agregat yang kurang dari 40 mm. sedangkan untuk agregat yang ukurannya lebih besar dari 40 mm digunakan untuk pekerjaan perkerasan jalan, pembuatan tanggul, penahan tanah, bendungan dan lain-lain. Sedangkan untuk campuran mortar tidak menggunakan agregat kasar**.**

B.3.3 Air

Air adalah salah satu unsur yang paling penting untuk menghasilkan beton. Air yang digunakan harus tidak mengandung zat sebagai kehadiran zat lainnya dapat berbahaya bagi proses hidrasi semen dan daya tahan beton. Air yang mengandung kotoran yang cukup banyak akan mengganggu proses pengerasan atau ketahanan beton.

Air yang terlalu berlebihan akan menyebabkan banyaknya gelembung air setelah proses hidrasi selesai dan hal tersebut akan mengurangi kekuatan beton yang dihasilkan. Sedangkan terlalu sedikit air akan menyebabkan proses hidrasi tidak tercapai seluruhnya, sehingga dapat mempengaruhi

kekuatan beton yang dihasilkan. Semua air yang mutunya meragukan harus dianalisa secara kimia dan dievaluasi mutunya menurut pemakaiannya.

B.3.4 Limbah Kulit Kerang

Kerang merupakan nama sekumpulan moluska *dwicangkerang* dari *family cardiidae* yang merupakan salah satu komoditi perikanan yang banyak dibudidayakan dan dijadikan sebagai salah satu usaha sampingan masyarakat yang hidup di daerah pesisir. Teknik budidaya kerang mudah dikerjakan, tidak memerlukan modal besar dan dapat dipanen setelah berumur 6 – 7 bulan. Hasil panen kerang per hektar per tahun dapat mencapai 200 – 300 ton kerang utuh atau sekitar 60 – 100 ton daging kerang. Ada dua jenis kerang yang sangat dikenal yaitu kerang dagu dan kerang bulu. Perbedaan nyata dari kedua jenis ini adalah dari lapisan kulitnya. Pada jenis kerang bulu lapisan terluar kulitnya masih terdapat rambut, bentuk kulitnya licin. Sedangkan pada kerang dagu kulitnya berjalur-jalur (Rezeki, 2013).

Menurut Syafpoetri (2013) limbah kulit kerang berpotensi sebagai bahan pengganti kapur dalam pembuatan semen karena komposisi kimia dalam limbah kulit kerang yang telah mengalami proses pembakaran suhu 700°C menghasilkan kandungan CaO sebesar 55,10%. Hal ini sesuai dengan kandungan CaO yang terdapat pada semen alam yaitu sebesar 31-57% (Mulyono, 2003).

Penelitian Siregar (2009) yang membuat beton alternatif tanpa semen dengan menggunakan bahan kulit kerang sebagai penggantinya memperoleh hasil bahwa kualitas beton optimum diperoleh pada komposisi 80% serbuk kulit kerang dan 20% resin epoksi dengan waktu pengeringan selama 8 jam pada suhu 60°C. Pada penelitian ini diperoleh kuat tekan beton sebesar 36.5 MPa, nilai kuat patah sebesar 34 MPa dan kuat tarik sebesar 7.47 MPa.

Bahtiar dan Hidayat (2005) yang meneliti pengaruh penggunaan limbah kulit kerang sebagai penggantian semen terhadap kuat tekan beton menyatakan bahwa kadar optimum limbah kulit kerang dalam campuran beton agar menghasilkan kuat tekan yang tinggi adalah 6% dari berat semen. Kadar limbah kulit kerang 6% dari berat semen pada campuran beton menghasilkan kuat tekan 40,091 MPa. Pengolahan limbah kulit kerang yang dilakukan adalah memanaskan kulit kerang dengan suhu 150°C selama 24 jam. Kemudian kulit kerang dihancurkan sehingga diperoleh serbuk kulit kerang yang lolos saringan no. 200.

Kandungan senyawa Kimia abu kulit kerang dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Kandungan Kimia Abu Kulit Kerang

Parameter	Hasil Analisa (%)
CaO	67,55
SiO_2	1,22
Al_2O_3	0,11
Fe_2O_3	0,011

Sumber : Bahtiar dan Hidayat, 2005

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa unsur yang paling banyak terkandung dalam serbuk kulit kerang adalah zat kapur (CaO) yaitu sebesar 67,55%. Unsur kapur ini lebih banyak dibandingkan dengan unsur kapur yang terdapat pada semen yaitu sekitar 60%-65%.

B.3.5 Semen Tipe 1 (*Ordinary Portland Cement*)

Semen *Portland* adalah semen hidrolis yang dihasilkan dengan cara menggiling terak semen portland terutama yang terdiri atas *kalsium silikat* yang bersifat hidrolis dan digiling bersama-sama dengan bahan tambahan berupa satu atau lebih bentuk kristal senyawa *kalsium sulfat* dan boleh ditambah dengan bahan tambahan lain (SNI 15-2049-2004).

Semen *Portland* Tipe 1 digunakan untuk keperluan konstruksi umum yang tidak memerlukan persyaratan khusus yaitu :

1. Tidak memerlukan ketahanan sulfat
2. Tidak memerlukan persyaratan panas hidrasi
3. Tidak memerlukan kekuatan awal yang tinggi.

C. METODOLOGI PENELITIAN

C.1 Persiapan Penelitian

Pada tahan ini dilakukan analisis pendahuluan terhadap abu kulit kerang darah yang berasal dari Pekanbaru dan abu kulit kerang lokan yang berasal dari Sumatera Barat untuk mengetahui karateristik kimia dari abu kulit kerang tersebut, serta melakukan analisis material bahan penyusun beton yaitu agregat kasar dan agregat halus.

C.2 Pelaksanaan Penelitian

Pada tahap ini dilakukan pembuatan beton dengan dimensi 15x30 cm. Bahan-bahan penyusun beton diperoleh dengan menggunakan metode ACI dengan kuat tekan rencana 35 MPa pada umur 28 hari. Variasi abu kulit kerang yang digunakan adalah 2%, 4%, 6%, dan 8% dari berat semen yang digunakan

Pencampuran beton menggunakan molen untuk menjamin campuran menjadi rata. Sebelum melakukan pencetakan sampel dilakukan uji *slump* untuk menentukan workability campuran beton. Setelah itu beton dicetak menggunakan silinder 15x30 cm.

C.3 Tahap Pengujian

Pada tahap ini dilakukan pengujian beton sesuai umur rencana 28 hari. Pengujian yang dilakukan yaitu pengujian kuat tekan dan pengujian waktu ikat dengan mengacu pada SNI. Setiap variasi memiliki 3 buah benda uji per setiap pengujian dan data yang diolah dengan merata-ratakan ketiga hasil benda uji tersebut.

D. ANALISIS DAN PEMBAHASAN

D.1 Analisis Karateristik Abu Sawit

Tabel 2. Karateristik Abu Kulit Kerang Darah

No.	Parameter Uji	Satuan	Hasil Analisa
1	SiO_2	%	0,38
2	Al_2O_3	%	0,65
3	Fe_2O_3	%	0,05
4	CaO	%	51,91

Tabel 1. Karateristik Abu Kulit Lokan

No.	Parameter Uji	Satuan	Hasil Analisa
1	SiO_2	%	0,39
2	Al_2O_3	%	0,28
3	Fe_2O_3	%	0,02
4	CaO	%	67,70

Sumber : Hasil Analisis Balai Riset dan Standarisasi Industri Padang, 2015

Dari tabel 3 diketahui bahwa abu kulit kerang lokan mempunyai kandungan CaO yang paling tinggi yaitu sebesar 67,70%

D.2 Analisis Propertis Agregat

D.2.1 Agregat Kasar

D.2.1.1 Berat Jenis Agregat Kasar

Berat jenis yang digunakan untuk pembuatan beton adalah *bulk specific gravity on SSD*. Hasil dari pemeriksaan berat jenis agregat kasar ini adalah sebesar 2,67 gr/cm^3. Nilai ini berada di dalam rentang spesifikasi berat jenis 6 yaitu 2,58 s/d 2,86 gr/cm^3 (Mulyono). Hasil pemeriksaan penyerapan (*absorption*) agregat kasar sebesar 1,14%. Nilai ini tidak memenuhi standar spesifikasi penyerapan yaitu 2 – 7 % (*Olivia,* et al, *2005*). Hal ini terjadi karena agregat terlalu basah sebelum dilakukan pengujian. Nilai absorpsi agregat ini berpengaruh terhadap daya lekat antara agregat dan pasta semen pada benda yang diuji.

D.2.1.2 Berat Volume Agregat Kasar

Berat volume agregat kasar adalah sebesar 1,51 gr/cm^3 untuk kondisi padat dan 1,34 gr/cm^3 untuk kondisi lepas. Nilai ini telah memenuhi standar spesifikasi berat volume yaitu tidak boleh kurang dari 1,2 gr/cm^3 (Mulyono). Berat volume ini terkait dengan porositas dan kepadatan dikarenakan porositas dan kepadatan mempengaruhi daya lekat antara agregat dan pasta semen.

D.2.1.3 Kadar Air Agregat Kasar

Kadar air agregat kasar tidak memenuhi standar spesifikasi kadar air yaitu 3% - 5% (Olivia, *et al*, 2005), sedangkan hasil pemeriksaan kadar air agregat kasar adalah sebesar 1,21%. Hal ini terjadi karena material sudah terlebih dahulu kering terkena matahari sebelum dilakukannya pengujian material

agregat. Kadar air pada agregat sangat perlu diketahui untuk menghitung jumlah air yang diperlukan dalam campuran adukan beton.

D.2.1.4 Analisa Saringan Agregat Kasar

Hasil pemeriksaan analisa saringan agregat kasar diperoleh modulus kehalusan butiran sebesar 7,06. Nilai ini masuk dalam rentang standar spesifikasi modulus kehalusan butiran agregat kasar yaitu sebesar 5 – 8 (Tjokrodimuljo,K). Modulus kehalusan digunakan untuk mendapatkan perbandingan berat antara agregat halus dan agregat kasar dalam campuran beton. Dari hasil analisa saringan agregat kasar diperoleh batas gradasi agregat kasar butir maksimum 20 mm

D.2.2 Agregat Halus

D.2.2.1 Kadar Lumpur Agregat Halus

Kadar lumpur agregat halus sebesar 0,99%, dan nilai ini memenuhi standar spesifikasi kadar lumpur yaitu 5%. Lumpur yang ada pada permukaan agregat dapat mengurangi lekatan antara agregat dan pasta semen. Nilai kadar lumpur menandakan kandungan lempung atau kotoran pada agregat. Sehingga agregat ini bisa digunakan sebagai material pembentuk beton

D.2.2.2 Kadar Air Agregat Halus

Kadar air agregat halus sebesar 2,04%, dan nilai ini memenuhi standar spesifikasi kadar air agregat yaitu 3-5%. Kadar air pada agregat perlu diketahui untuk menghitung jumlah air yang diperlukan dalam campuran adukan sesuai nilai fas. Selain itu kadar air mempengaruhi perkembangan volume agregat halus. Agregat halus berbutir halus mengalami pengembangan volume yang lebih besar daripada agregat halus berbutir kasar. Besar pengembangan volume agregat halus tersebut sampai 25% atau 40% pada kadar air sekitar 5% s/d 8% (Indrawan, 2004).

D.2.2.3 Berat Jenis Agregat Halus

Berat jenis yang digunakan adalah bulk specific gravity on SSD. Hasil dari pemeriksaan berat jenis agregat halus ini adalah sebesar 2,67 gr/cm3. Nilai ini berada di dalam spesifikasi berat jenis yaitu 2,58 s/d 2,86 gr/cm3. Hasil pemeriksaan penyerapan (*absorption*) agregat halus sebesar 0,60%. Nilai ini tidak memenuhi standar spesifikasi penyerapan yaitu 2–7%. Absorpsi terlalu kecil dikarenakan kondisi agregat halus yang terlalu basah saat pengujian. Agregat halus berada di dalam ruangan yang telah disaring dengan saringan lolos no.20. Maka dari itu, saat pencampuran digunakan agregat halus dengan kondisi SSD.

D.2.2.4 Berat Volume Agregat Halus

Berat volume agregat halus yaitu sebesar 1,55 gr/cm^3 untuk kondisi padat dan 1,40 gr/cm3 untuk kondisi lepas. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi berat volume yaitu 1,4-1,9 gr/cm^3.

D.2.2.5 Kadar Organik Agregat Halus

Hasil pemeriksaan kadar organik yang diperoleh adalah warna no.3. Warna ini memenuhi standar spesifikasi kadar organik agregat halus yaitu tidak boleh lebih dari warna no.3. Dari hasil tersebut bahwa agregat halus yang digunakan tidak mengandung organik yang tinggi sehingga bagus untuk campuran beton.

D.3 Hasil Pengujian Beton

D.3.1 Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan beton dilakukan pada umur 28 hari. Benda uji yang digunakan adalah benda uji berbentuk silinder dengan diameter 15 cm dan tinggi 30 cm. Campuran beton menggunakan beton OPC sebagai beton kontrol dan variasi abu kulit kerang 2%, 4%, 6%, dan 8% dan. Hasil uji kuat tekan beton dapat dilihat pada Tabel berikut

Tabel 4 Kuat Tekan Beton OPC

Berat (Kg)	Kuat Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
12,75	580	32,84	
12,45	540	30,57	33,03
12,80	630	35,67	

Tabel 5. Kuat Tekan Beton Kerang Darah

Persentase Kerang	Berat (Kg)	Kuat Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
2%	12,45	560	31,71	32,08
	12,35	620	35,10	
	12,25	520	29,44	
4%	12,50	480	27,18	30,57
	12,50	535	30,29	
	12,50	605	34,25	
6%	12,60	430	24,35	27,65
	12,10	515	29,16	
	12,30	520	29,44	
8%	12,25	505	28,59	31,42
	12,80	560	31,71	
	12,50	600	33,97	

Tabel 6. Kuat Tekan Beton Lokan

Persentase Kerang	Berat (Kg)	Kuat Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)	Kuat Tekan Rerata (MPa)
2%	12,75	460	26,04	25,29
	12,40	335	18,97	
	12,15	545	30,86	
4%	12,30	525	29,72	31,33
	12,35	575	32,55	
	12,65	560	31,71	
6%	12,60	500	28,31	31,71
	12,55	600	33,97	
	12,55	580	32,84	
8%	12,25	500	28,31	27,93
	12,35	460	26,04	
	12,55	520	29,44	

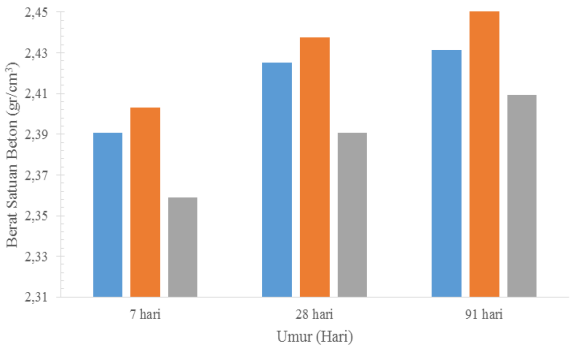
Dari Tabel diatas ditunjukkan bahwa kuat tekan tertinggi untuk beton menggunakan abu kulit kerang darah adalah 32,08 MPa dengan persentase 2%, sedangkan untuk beton dengan abu kulit kerang lokan adalah 31,71 MPa dengan persentase 6%.

Untuk pengujian selanjutnya digunakan persentase abu kulit kerang optimum yaitu 4%

D.3.2 Pengujian *Workability*

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui tingkat kemudahan pengerjaan *(workability)*. Nilai slump beton sangat identik dengan tingkat keplastisan beton. Semakin plastis beton, semakin mudah pengerjaannya. Workability beton tergantung dari jumlah air yang digunakan dalam pengadukan campuran beton tersebut. Semakin banyak jumlah air maka workability akan semakin meningkat. Tetapi jumlah air yang terlalu banyak juga akan menimbulkan *slump loss* sehingga berpengaruh terhadap kuat tekan beton. Alat yang digunakan dalam pengujian slump beton berbentuk kerucut terpancung, yang diameter atasnya 10 cm dan diameter bawahnya 20 cm dan tinggi 30 cm, dilengkapi dengan kuping untuk mengangkat beton segar dan tongkat pemadat diameter 16 mm sepanjang minimal 60 cm. Benda uji dibagi menjadi 3 lapis dan dipadatkan dengan 25 kali tusukan menggunakan tongkat pemadat yang terbuat dari besi. Berdasarkan SNI 03-1972-1990 nilai *slump* didapat dari selisih antara tinggi cetakan (kerucut terpancung) dan tinggi rerata dari benda uji. Pengujian *slump* pada pengujian ini adalah 8 ± 2 cm

D.3.3 Pengujian Berat Satuan Beton



Beton kulit kerang lokan memiliki berat satuan tertinggi pada umur 7, 28 dan 91 hari yaitu sebesar 2,40; 2,44; dan 2,45 gr/cm^3. Ukuran partikel yang diperkecil sampai berukuran mikro memungkinkannya untuk dapat mengisi rongga antar partikel sehingga distribusi partikel dalam beton uji semakin merata dan semakin padat. Distribusi partikel yang lebih padat inilah yang dapat meningkatkan berat satuan beton karena jumlah partikel yang mengisi struktur beton

menjadi lebih banyak dan porositas yang semakin mengecil.

E. KESIMPULAN DAN SARAN

E.1 Kesimpulan

1. Kerang darah dan lokan mempunyai kandungan CaO yang tinggi yaitu 51,91 % dan 67,70 %
2. Persentase optimum abu kulit kerang yang digunakan adalah 4%
3. Kuat tekan beton tertinggi adalah 32,08 MPa, yaitu beton menggunakan abu kulit kerang lokan sebesar 4%
4. Nilai slump pada pengujian ini adalah 8 ± 2 cm.
5. Beton kulit kerang lokan memiliki berat satuan tertinggi pada umur 7, 28 dan 91 hari yaitu sebesar 2,40; 2,44; dan 2,45 gr/cm^3.

E.2 Saran

1. Perlu adanya pengujian tambahan untuk beton menggunakan abu kulit kerang seperti tansport properties agar hasil penelitian lebih lengkap.
2. Perlu adanya penelitian lanjutan dengan menggunakan abu kulit kerang yang diambil dari beberapa tempat yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

Bahtiar, R., Hidayat, W. 2005. *Pengaruh Penggantian Sebagian Semen (PC) Dengan Serbuk Kulit Kerang terhadap Kuat Desak Beton.* Skripsi Jurusan Teknik Sipil FTSP. Yogyakarta: Unversitas Islam Indonesia.

Kusuma, Gideon. 1993. *Pedoman Pengerjaan Beton*. Jakarta: Erlangga

Mifshella, Arifandita Annisa. 2014. *Sifat Mekanis Beton Kulit Kerang (Anadara grandis).* Universitas Riau

Mulyono, Tri. 2003. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Nugraha,Paul & Antoni. 2007. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi.

Olivia, M. et al., 2005. *Pemanfaatan Abu Sawit Sebagai Bahan Tambah Pada Beton*. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 4(I), pp.10–15.

Rezeki, Sri Ade. 2013. *Pengaruh Subtitusi Abu Kulit Kerang Terhadap Sifat Mekanik Beton*. Skripsi Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik. Medan: Universitas Sumatera Utara.

Siregar, S.M. 2009. *Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer*. Thesis. Medan: Universitas Sumatera Utara.

SNI 03-1974-1990. *Metode Pengujian Kuat Tekan Beton*. Bandung: Badan Standar Nasional.

SNI 03-6825-2002. *Metode Pengujian Kekuatan Tekan Mortar Semen Portland untuk Pekerjaan Sipil*. Bandung: Badan Standar Nasional.

SNI 03-6827-2002. *Metode Pengujian Waktu Ikat Awal Semen Portland dengan Menggunakan Alat Vicat untuk Pekerjaan Sipil*. Bandung: Badan Standar Nasional

Syafpoetri, Adi Nelvia. 2013. *Pemanfaatan Pembuatan Abu Kulit Kerang (Anadara grandis) untuk Pembuatan Ekosemen*. Universitas Riau

SNI 03-1973-1990. 1990. *Tentang Pengujian Kuat Tekan Beton*. Bandung : Badan Standarisasi Nasional.

SNI 15-2049-2004. 2004. *Tentang sement portland*. Bandung : Badan Standarisasi Nasional.