

SUSTAINABLE GREEN CONCRETE USING SHELLFISH WASTE POWDER, AND RICE HUSK ASH

Dian Arumningsih DP

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan, Surakarta
diandindin82@gmail.com

Kusdiman Joko Priyanto

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan, Surakarta
kusdiman.joko@lecture.utp.ac.id

Candra Latu Mowo

Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Tunas Pembangunan, Surakarta
candralatu123@gmail.com

Abstrak

Pertumbuhan dan perkembangan infrastruktur saat ini sangat pesat serta proses produksi semen juga menghasilkan banyak karbondioksida yang berperan penting dalam pemanasan global yang terjadi di dunia ini. Pada dekade terakhir, banyak dilakukan inovasi terhadap beton konvensional agar memiliki kekuatan yang tinggi, awet, murah dan ramah lingkungan serta mudah dalam pengaplikasiannya di lapangan. Oleh karena itu, diperlukan material baru yang berkelanjutan untuk menggantikan produksi semen, tetapi material ini juga diperlukan untuk kemampuan kerja yang diperlukan untuk membuat beton. Konsep *green concrete*, pemanfaatan limbah abu sekam padi, dan limbah cangkang kerang dapat menjadi solusi untuk menggantikan sebagian semen dan sebagian agregat halus. Penelitian beton inovasi ini diperoleh dengan menggunakan *shellfish waste powder* 10%, dan *rice husk ash* 10%, limbah serbuk cangkang kerang dengan unsur utama kalsium oksida (CaO), dapat menjadi substitusi agregat halus dan limbah abu sekam padi yang memiliki kandungan (SiO), dapat digunakan sebagai bahan tambahan ataupun pengganti sebagian semen dalam pembuatan beton, bahan inovasi ini dapat mencapai nilai 28 hari mencapai 25 MPa. Dan *mix design* beton normal 25 MPa. Dengan target *slump test* sesuai standar SNI 1972-2008 yaitu 30-60 mm, Maka mendapatkan kesimpulan dapat menjadi sumber referensi dengan memanfaatkan limbah di Indonesia, mudah didapat, dan efektif.

Kata kunci: *shellfish waste powder, rice husk ash, green concrete, mix design*

Abstract

The growth and development of infrastructure is currently very rapid and the cement production process also produces a lot of carbon dioxide which plays an important role in global warming that is happening in this world. In the last decade, many innovations have been made to conventional concrete so that it has high strength and environmentally friendly and easy to apply in the field. Therefore, new sustainable materials are needed to replace cement production, but these materials are also required for the workability required to make concrete. The concept of green concrete, the use of rice husk ash waste, and shellfish waste can be a solution to replace some cement and some fine aggregate. This innovative concrete research was obtained using shellfish waste powder 10%, and rice husk ash 10%, shellfish shell powder waste with the main element calcium oxide (CaO), can be a substitute for fine aggregate and rice husk ash waste which contains (SiO), can be used as an additive or partial replacement of cement in the manufacture of concrete, this innovative material can reach a value of 7 days reaching 35 MPa. And the normal mix design concrete is 30 MPa. With the slump test target according to the 1972-2008 SNI standard, which is 30-60 mm.

Keyword : *shellfish waste powder, rice husk ash, green concrete, mix design*

1. PENDAHULUAN

Beton saat ini merupakan salah satu bahan konstruksi yang paling banyak digunakan di dunia sehingga menjadi peluang untuk membuat aplikasi yang inovatif, beton konvensional inovasi meminimalisir semen, bisa lebih murah dan mengurangi dampak lingkungan dibandingkan beton biasa. Mengingat 8 hingga 10 persen dari total emisi CO₂ dunia berasal dari pembuatan semen (Suhendro, 2014). Gas pemanasan global berkurang dengan mengganti semen yang menggunakan bahan kandungan dan bahan limbah serupa. Serbuk abu sekam padi juga diterangkan sebagai substitusi semen dan serbuk cangkang kerang diperlukan sebagai substitusi agregat halus. Dalam penelitian dengan menggunakan serbuk abu sekam padi yang juga mengandung kandungan silika di atas 70%, sebagai bahan tambahan dalam pembuatan beton dengan hasil meningkatkan kuat tekan, menurunkan porositas dan daya serap air dalam

beton. Serta limbah abu sekam padi yang cukup banyak ditemukan di wilayah Indonesia yang memiliki kandungan silika yang tinggi maka peneliti mencoba untuk menggunakan sebagai substitusi semen. Dalam praktik di lapangan, semakin meningkatnya jumlah konstruksi beton yang ada maka akan mempersulit campuran beton melewati tulang-tulangan tersebut, meningkatkan resiko beton tidak mengalami pemadatan yang sempurna, dan membutuhkan waktu yang cukup lama. Untuk mengatasi masalah tersebut inovasi dapat dianggap unsur pembangunan berkelanjutan karena ramah lingkungan dan sedang banyak digunakan dalam praktek *green building*. Beton dengan pemanfaatan limbah serbuk cangkang kerang (*shellfish waste powder*), dan limbah abu sekam padi (*rice husk ash*) tidak hanya digunakan sebagai bahan tambahan ataupun pengganti untuk pembuatan beton ramah lingkungan.

2. TINJAUAN PUSTAKA

A. *Sustainable Green Concrete*

Sustainable green concrete adalah topik revolusioner dalam sejarah industri beton. Ini pertama kali ditemukan di Denmark pada tahun 1998. Ini adalah konsep berpikir lingkungan ke dalam beton yang mempertimbangkan setiap aspek dari bahan baku hingga cara memproduksi lebih dari desain campuran untuk desain struktural, konstruksi, dan umur. *Green concrete* sangat murah untuk diproduksi, karena produk limbah yang digunakan sebagai pengganti sebagian semen, biaya untuk pembuangan limbah dihindari, konsumsi energi dalam produksi lebih rendah, dan daya tahan yang lebih besar. *Green concrete* adalah jenis beton yang menyerupai beton konvensional tetapi produksi atau penggunaan beton tersebut memerlukan jumlah minimal energi dan tidak

menyebabkan bahaya lingkungan serta bahan agregat daur ulang, mengurangi beban tambahan di tempat pembuangan sampah dan meringankan pemborosan agregat. *Green concrete* dapat dianggap unsur pembangunan berkelanjutan karena ia sendiri ramah lingkungan banyak digunakan dalam praktek *green building*. (Ernst Worrell, 2001). Campuran unsur-unsur pembentuk beton harus ditetapkan sedemikian rupa, sehingga menghasilkan beton segar (*fresh concrete*) yang mudah dikerjakan (*workability*) dan memenuhi kuat tekan rencana setelah beton mengeras (*hardened concrete*), serta cukup ekonomis. (Rika, 2011).

B. Shellfish Waste Powder

Kerang adalah salah satu hewan lunak (*Mollusca*) kelas *bivalvia* atau *pelecypoda*. Menurut (Setyaningrum,2009) Kulit kerang merupakan bahan sumber mineral yang pada umumnya berasal dari hewan laut berupa kerang yang telah mengalami penggilingan dan mempunyai karbonat tinggi. Kandungan kalsium yang berada dalam cangkang kerang adalah 38%. Berdasarkan penelitian dari Intan, dkk (2012) menyebutkan kisaran rata-rata kelimpahan kerang darah di laut Indonesia yaitu 118,3-48,3 Ind/m². Penelitian dari (Mulki. 2014) bahwa pertumbuhan kerang darah lebih difokuskan dalam pertumbuhan cangkang sehingga berat cangkang lebih besar dari pada berat daging kerang tersebut. Ukuran maksimum cangkang kerang darah adalah 3 cm. Pada cangkang kerang darah terdapat kandungan CaO atau Kalsium Oksida sebesar 67,072% (Mariyam, 2006). Disajikan gambar 1 Limbah cangkang kerang.

Gambar 1 Limbah cangkang kerang.



CaO merupakan katalis heterogen, yang dapat digunakan sebagai proteksi katodik yang memberikan banyak keuntungan yaitu lebih ramah lingkungan, lebih murah, dan

tidak bersifat korosif (Georgogianni, dkk., 2009). Disajikan Tabel 1 kandungan kimia *Shellfish waste powder* Sumber : Balai Riset dan Standarisasi Industri Surabaya

Senyawa	Kadar (%)
CaCO ₃	77.5
SiO ₂	0,60
Fe ₂ O ₃	0.14
MgO	0.56
Al ₂ O ₃	0.71

Tabel 1 kandungan kimia *Shellfish waste powder*

C. Rice Husk Ash

Abu sekam merupakan limbah dari penggilingan padi yang belum dimanfaatkan secara optimal oleh masyarakat. Hasil pembakaran sekam padi memiliki kandungan silika yang cukup besar yaitu 93% dan hampir sama dengan kandungan silika yang terdapat pada mikrosilika buatan pabrik (Swamy, 1986). Abu sekam padi memiliki unsur yang berguna untuk meningkatkan mutu beton, mengandung silika yang tinggi, bila unsur dicampur dengan semen akan menghasilkan kekuatan yang lebih tinggi (Ika Bali, Agus Prakoso. 2002 hal 76). Di sisi lain, jumlah abu sekam yang tersedia lebih banyak dan mudah diperoleh, khususnya di Asia. Pada 2019, total produksi beras dunia mencapai 499,07 juta metrik ton. Sekitar 20-30% berat gabah merupakan sekam padi dan kadar abu sekam sekitar 13-29% dari komposisi

sekam padi yang selalu dihasilkan setiap kali sekam dibakar (Hara, 1996). Disajikan gambar 2 limbah abu sekam padi



Gambar 2 limbah abu sekam padi

Disajikan tabel 2 dengan kimia Limbah abu sekam padi

Unsur	
SiO ₂ %	72,28
Al ₂ O ₃ %	0,37
Fe ₂ O ₃ %	0,32
CaO %	0,65
Hilang Pijar % berat	21,43

Tabel 2 Kandungan kimia Limbah abu sekam padi

3. METODE PENELITIAN

A. Tempat pelaksanaan

Pengujian dan pelaksanaan, uji coba *trial* di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta.

B. Metode pengumpulan data

Dalam bab ini, penggunaan material untuk substitusi semen dan pengganti agregat halus akan dianalisis. Kandungan semen dalam beton dikurangi dan diganti dengan menggunakan 10% abu sekam padi dan limbah serbuk cangkang kerang 10% disubstitusikan sebagai

pengganti aggregate halus, menciptakan beton ramah lingkungan. Teknik pengumpulan data pada penelitian ini dilakukan dengan tinjauan pustaka dan melakukan beberapa percobaan di laboratorium Fakultas Teknik Universitas Tunas Pembangunan Surakarta. Tujuan mempelajari tinjauan literatur dan bereksperimen di laboratorium adalah untuk mengumpulkan data yang relevan yang akan diterapkan dalam penelitian.

C. Data material dan bahan yang digunakan

a. Semen

Semen adalah pengikat, zat yang digunakan dalam konstruksi yang mengeras serta dapat mengikat bahan lain menjadi satu. Unsur terpenting dalam semen adalah:

1. *Tricalcium Silikat* (C₃S)
2. *Dicalcium Silikat* (C₂S)
3. *Tricalcium Aluminate* (C₃A)
4. *Tetracalcium Aluminoferrite* (C₄AF)

Semen yang digunakan dalam penelitian ini adalah dari PCC Semen Tiga Roda dengan berat jenis 3.15

b. Agregat Halus

Agregate halus sering disebut dengan pasir. Agregat halus berfungsi sebagai pengisi yang berasal dari pasir alam. Berdasarkan pengujian material *aggregate* halus, persyaratan agregat halus untuk campuran beton adalah:

1. *Agregate* halus tidak boleh mengandung lebih dari 5% tanah liat.
2. Tempat penyimpanan pasir harus dipisahkan dari material lainnya.

3. Pasir yang digunakan adalah Muntilan dari Merapi
4. *Gravity Specific*: 2,6

c. Aggregat Kasar

Aggregate kasar yang sering digunakan dalam campuran beton adalah kerikil dan batu pecah. *Agregat* kasar adalah partikel yang tertahan pada saringan 4,75 mm. Kualitas *agregat* kasar dapat diukur dengan uji abrasi Los Angeles dimana hasilnya tidak boleh lebih dari 50% dari berat awalnya (ENI 12620). Pasir yang tersedia secara lokal dari Klaten digunakan dengan berat jenis 2,65, Persyaratan *agregat* kasar untuk campuran beton adalah:

1. *Agregat* kasar berasal dari partikel tajam dan keras, kedap air, dan berbentuk kubus..
2. *Split* yang digunakan adalah Sentolo, Yogyakarta.
3. *Agregat* kasar tidak boleh mengandung lebih dari 1% tanah liat terhadap berat keringnya.

d. Air

Air diperlukan pada pembuatan beton untuk memicu proses kimiawi semen, membasahi agregat dan memberikan kemudahan dalam pekerjaan beton. Syarat air yang dapat digunakan adalah bersih, bebas dari bahan organik seperti minyak, garam, alkali, atau bahan lainnya yang dapat merusak beton. Sebaiknya dipakai air tawar yang dapat diminum. Air yang digunakan dalam

pembuatan beton tidak boleh mengandung ion klorida dalam jumlah yang membahayakan (ACI 318-89:2-2)

e. Consol P102HE

Consol P102 HE adalah superplasticizer unik serbaguna yang sangat cocok untuk mengoptimalkan siklus curing dengan memperpendek waktu curing atau mengurangi waktu curing produksi beton pracetak. Selain itu, ini memberikan pengurangan air yang sangat tinggi, kekuatan awal yang tinggi dan karakteristik aliran yang sangat baik.

P102 HE digunakan untuk :

1. Berbagai macam aplikasi yang memerlukan pengembangan kekuatan awal.
2. Beton dengan *ultra high water reduction* (hingga 30%).
3. Beton dengan performa tinggi.

Manfaat Consol P102 HE menawarkan keuntungan sebagai berikut :

- a). Kapasitas reduksi air yang tinggi dibandingkan *superplasticizer* yang lain.
- b). Permeabilitas rendah dan beton tahan lama
- c). Aliran untuk kemudahan penempatan dan pepadatan
- d). Mengoptimalkan siklus curing dengan memperpendek waktu *curing* atau mengurangi waktu *curing*.

Tabel 3 pengujian *aggregate* halus

No. Ayakan	Berat Ayakan	Berat Ayakan + Agregat	Berat Agregat	Tertahan (%)	Tertahan Kumulatif(%)	Lolos (%)
	(Gram)	(Gram)	(Gram)	(%)	Kumulatif(%)	(%)
2.36 mm	570	725	155	8.28877	8.2887701	91.7112
1.18 mm	495	670	175	9.35829	17.647059	82.3529
0.6 mm	535	1065	530	28.3423	45.989305	54.0107
0.3 mm	455	1050	595	31.8182	77.807487	22.1925
0.15 mm	485	775	290	15.508	93.315508	6.68449
0.075mm	465	520	55	2.94118	96.256684	3.74332
Dasar	350	405	55	2.94118	99.197861	0.80214

Tabel 4 pengujian *aggregate* kasar

No. Ayakan	Berat Ayakan (Gram)	Berat Ayakan + Agregat (Gram)	Berat Agregat (Gram)	Tertahan (%)	Tertahan Kumulatif(%)	Lolos (%)
20.0 mm	1250	1275	25	0.608273	0.608273	99.3917
14.0 mm	1070	2775	1705	41.48418	42.09246	57.9075
10.0 mm	1055	3030	1975	48.05353	90.14599	9.85402
5.0 mm	1145	1535	390	9.489051	99.63504	0.36496
2.36 mm	1070	1075	5	0.121655	99.75669	0.24331
dasar	1000	1000	0	0	0	0

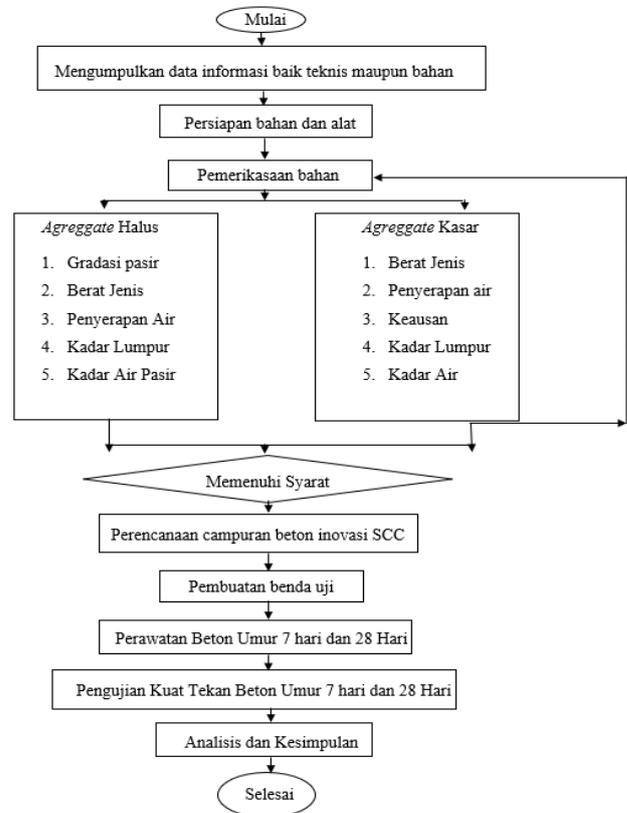
D. Mix Design

Tabel 3.3 Perhitungan *Mix design* beton inovasi menggunakan metode SNI 7656-2012

Mutu	Berat jenis	Satuan
Semen pcc	3150	Kg/m ³
<i>Rice husk ash</i>	2121	Kg/m ³
Pasir	2600	Kg/m ³
<i>Split</i>	2650	Kg/m ³
<i>Shellfish waste powder</i>	2350	Kg/m ³
<i>Water Binder</i> w/b (Fas)	0,45%	
Material	Volume	Volume
	1 m ³ (Kg)	Silinder (0,0052) Kg
Kadar udara	1%	1%
Kadar air	150	1,017
Semen pcc	300	2,028
<i>Rice husk ash</i>	33,34	0,225
<i>Agreggate</i> halus (pasir)	835,871	5,650
<i>Shellfish waste powder</i>	84	0,5674
<i>Superplasticizer</i>	14,636	98,94
<i>Agreggate</i> kasar (<i>split</i>)	985,243	6,660

Pengujian berat jenis dilakukan berdasarkan pengujian dilaboratorium mengacu pada SNI 13-6717-2002

E. Alur Penelitian



Gambar 7 Alur Pembuatan Beton

I. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Rencana Anggaran Biaya (RAB)

Tabel 4.1 Rencana Anggaran Biaya Pembuatan Beton *Self compacting concrete*

sumber : HSPK Kota Surakarta

Material	Tim	BETON		BETON KONVENSIONAL	
	Harga	Kebutuhan per	Harga	Kebutuhan	Harga
	Satuan (Kg)	m ³		per m ³	
Kadar Air	6	150,45	Rp 903,	150,45	Rp 903,
Semen PCC	1,500	300	Rp 450000,	333,34	Rp 500010,
Agregat halus	1,000	836	Rp 835871,	993,352	Rp 993352,
Agregat Kasar (Split)	150	985	Rp 147786,	985	Rp 147786,
Rice husk ash	75	33,34	Rp 2501,	-	-
Shellfish waste powder	70	83,94	Rp 5876,	-	-
		Total	Rp 1442936,5,	Total	Rp1642051,
				Save	Rp 199115,

B. Analisis Dampak beton inovasi ramah lingkungan :

a. Aspek Ekonomi

Dengan menggunakan serbuk cangkang kerang dan abu sekam padi dapat menghemat biaya dibandingkan dengan menggunakan beton konvensional dapat menekan biaya penggunaan yang berlebihan dalam pembuatan beton sebesar Rp. 199,115 / m³. Hal ini menunjukkan cukup banyak, selain memanfaatkan bahan-bahan yang menjadi limbah yang mudah didapatkan.

b. Aspek lingkungan

Serbuk cangkang kerang biasanya tidak digunakan pada saat setelah menjadi bahan konsumsi. Sebagian besar dibuang karena tidak ada yang tahu cara memanfaatkan limbah

serbuk cangkang kerang dan abu sekam padi, yang sering dibuang ke sungai dan mencemari lingkungan, jadi ini adalah salah satu solusi untuk masalah analisis dampak lingkungan di Indonesia yang akan dikembangkan, Produksi semen menyumbang 5-7% emisi karbondioksida (Sakai 2008). Penggunaan bubuk limbah batu bata sebagai SCM (*supplementary cementitious material*) dapat mengurangi biaya produksi beton. Mereka bisa memproduksi beton dengan biaya lebih murah. Pemanfaatan limbah material ini dapat mengurangi pemanasan global, mengurangi jumlah limbah yang ada, karena abu sekam padi bertambah setiap tahun dan karena seperti yang kita ketahui bahwa produksi semen merupakan penyumbang gas karbondioksida terbesar di dunia maka akan membahayakan lingkungan. dengan mengurangi, membarui, menggunakan kembali, dan mendaur ulang berdasarkan konsep 4R (*Reduce, Refurbish, Reuse, Recycle*)

c. Aspek Penerapan di masyarakat

Berdasarkan penelitian dengan pemanfaatan limbah khas daerah yaitu limbah serbuk cangkang kerang dan abu sekam padi yang mampu mengurangi pencemaran lingkungan serta memiliki dampak positif terhadap masyarakat, karena masyarakat bisa berkerja sama dengan pengusaha seafood terutama yang memakai kerang yang ada di wilayah Indonesia serta bekerja sama dengan pihak petani apabila memiliki limbah.

C. Tabel hasil pengujian limbah terhadap beton.

a. Pengujian *Rice husk ash*

No.	Presentase RHA	Compressive Strength 1 Day
		(MPa)
1	0%	4
2	5%	5,2
3	10%	5,31
4	15%	7,3
5	20%	6,41

b. Pengujian *shellfish waste powder*

No.	Presentase SFWP	Compressive Strength 1 Day
		(MPa)
1	0%	3
2	5%	4,75
3	10%	6,9
4	15%	5,5
5	20%	3,5

II. KESIMPULAN/RINGKASAN

1. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, *shellfish waste powder* dapat digunakan sebagai pengganti agregat halus sedangkan *rice husk ash* digunakan sebagai substitusi semen.
2. Pengaruh limbah *shellfish waste powder* yaitu tidak terjadi penurunan kekuatan dan dapat meningkatkan *workability* jika dibandingkan dengan beton tanpa limbah *shellfish waste powder*.
3. Pemakaian dalam jumlah besar mengurangi produksi semen, sehingga

mengurangi gas rumah kaca yang dihasilkan dari produksi semen.

4. Dengan menggunakan limbah serbuk cangkang kerang (*shellfish waste powder*) dan abu sekam padi (*rice husk ash*) akan menghemat waktu, ekonomis serta ramah lingkungan.
5. Pemanfaatan limbah serbuk cangkang kerang dan abu sekam padi untuk beton inovasi akan menghemat pembuatan beton sebesar **Rp 199.115,00**

DAFTAR PUSTAKA

- Nugraha, P., Antoni, 2004. Teknologi Beton. Yogyakarta: ANDI
- Reni, Y.C., Hastuti, R., Darmawan, A., Kajian Pengaruh Penambahan Kalsium Oksida (CaO) terhadap Suhu Reaksi dan Kuat Tekan Semen *Portland*, Semarang: Universitas Diponegoro.
- Suhendro, B. 2014. Menuju Green Concrete untuk lingkungan berkelanjutan yang lebih baik. *Procedia Engineering*, 95, 305-3
- Setyaningrum, S. H. I., Wahyuni., dan Sukanto. 2009. Pemanfaatan Kalsium Kapur dan Kulit Kerang untuk Pembentukan Cangkang dan Mobilisasi Kalsium Tulang pada Ayam Kedu. Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner. 675-676.
- Swamy, R.N. (1986) *Cement Replacement Materials*. Surrey University Press, Surrey.
- A. B. R. Mulki, C. A. Suryono, and J. Suprijanto, "Variasi Ukuran Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Pesisir Kecamatan Genuk Kota Semarang," *Journal*

of Marine Research, vol. 3, no. 2, pp. 122-131, May. 2014.

Maryam, S. 2006. Pengaruh Serbuk Cangkang Kerang Sebagai Filter Terhadap Sifat-Sifat dari Mortar. Skripsi. FMIPA. USU