

STUDI PENGGUNAAN SERBUK CANGKANG KERANG DARAH PADA PEMBUATAN BETON RINGAN SELULER DENGAN FOAM AGENT PADA APLIKASI DINDING

Nurul Fauziah

Mahasiswa S1 Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: NurulFauziah@mhs.unesa.ac.id

Yogie Risdianto

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: Unesa@gmail.ac.id

M. Imaduddin

Dosen Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email: Unesa@gmail.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan penambahan serbuk cangkang kerang darah dengan tujuan agar dapat digunakan sebagai pengganti semen. Serbuk cangkang kerang darah ditambahkan pada benda uji campuran beton ringan sehingga menambah kuat tekan, kuat tariknya meningkat dan resapan airnya menurun. Serbuk cangkang kerang darah yang ditambahkan memiliki variasi penambahan sebesar 0%, 1%, 3%, 5%, 7% dan 9% terhadap berat benda uji campuran beton ringan. Serbuk cangkang kerang darah dari penambahan variasi tersebut memperoleh hasil kuat tekan beton meningkat pada variasi 5% sebesar 3,54 MPa dengan berat volume tertinggi 1.02 g/cm³ dan resapan air terendah 30,805%, sedangkan variasi tanpa serat atau 0% diperoleh sebesar 3,00 MPa dengan berat volume tertinggi 0.96 g/cm³ dan resapan air 38,155% semua benda uji pada umur 28 hari.

Kata Kunci: Beton Ringan Seluler, Foam Agent, Serbuk Cangkang Kerang Darah.

ABSTRACT

This research was carried out by adding blood clam shell powder in order to be used as a substitute for cement. Blood clam shell powder is added to the lightweight concrete mixture test specimen so that it increases the compressive strength, the tensile strength increases and the water absorption decreases. The blood clam shell powder added has an additional variation of 0%, 1%, 3%, 5%, 7% and 9% to the weight of the mild beton mixture test object. The blood clam powder from the addition of the variation obtained the results of concrete compressive strength increased in the variation of 5% by 3.54 MPa with the highest of volume weight of 1.02 g / cm³ and the lowest water absorption 30.805%, while the variation without fiber or 0% was obtained at 3.00 MPa with the highest of volume weight of 0.96 g / cm³ and water absorption 38,155% of all specimens at the age of 28 days.

Keywords: Blood Clam Powder, Cellular lightweight concrete, Foam agent.

PENDAHULUAN

Bahan bangunan yang memiliki keunggulan dibandingkan bahan bangunan yang sudah ada selama ini sangat diperlukan. Selain itu, bahan bangunan harus memiliki beberapa keuntungan seperti bentuk yang dapat menyesuaikan dengan kebutuhan, spesifikasi teknis dan daya tahan yang kuat, dan kecepatan pelaksanaan konstruksi serta ramah lingkungan, sekarang sudah banyak lantai dan dinding yang terbuat dari beton ringan.

Beton ringan adalah beton yang memiliki berat volume (*density*) lebih ringan daripada beton pada umumnya. Ada dua macam nama biasa disebut untuk

beton ringan yaitu, beton ringan aerasi () atau sering disebut juga (*Autoclaved Aerated Concrete/ AAC*) yang mempunyai bahan baku utama terdiri dari pasir silika, kapur, semen, air, ditambah dengan suatu bahan pengembang (*Aerated Lightweight Concrete/ALC*) yang kemudian dirawat dengan tekanan uap air. Tidak seperti beton biasa, berat beton ringan dapat diatur sesuai kebutuhan. Pada umumnya berat beton ringan berkisar antara 500 – 1600 kg/m³ (Jitchaiyaphum : 2011). Beton ringan utamanya ada pada berat, sehingga apabila digunakan pada proyek bangunan tinggi (*high rise building*) seperti pembuatan dinding beton ringan akan dapat secara signifikan mengurangi berat sendiri bangunan, yang selanjutnya berdampak kepada perhitungan pondasi bangunan.

Proses pembuatan beton ringan selular CLC harus dilakukan dengan metode yang praktis dan mudah agar dalam proses pembuatan tidak memakan banyak biaya dan waktu pengerjaan. Bahan tambah lain yang dapat ditambahkan dalam pembuatan bata ringan CLC adalah limbah cangkang kerang sebagai bahan substitusi semen dalam pembuatan beton ringan. Oleh karenanya, penelitian ini guna mengetahui kualitas dari penambahan serbuk cangkang kerang darah sebagai agregat halus untuk pengurangan penggunaan semen.

Tabel 1. Kuat Tekan Minimum Dinding
Sumber: SNI 3-0349-1989, 1989:2

No	Syarat fisis	Satuan	Tingkat mutu bata beton pejal			
			I	II	III	IV
1	Kuat tekan bruto rata-rata min.	kg/cm ²	100	70	40	25
2	Kuat tekan bruto masing-masing benda uji min.	kg/cm ²	90	65	35	21
3	Penyerapan air rata-rata maks.	%	25	35	-	-

Syarat Mutu Dinding

Bahan pengisi dinding harus memenuhi syarat mutu yang diizinkan untuk digunakan sebagai bahan bangunan sesuai dengan kelas mutu dinding sebagaimana sesuai menurut SNI 3-0349-1989 dalam tabel 1.

Serbuk Cangkang Kerang Darah

Kerang merupakan nama sekumpulan moluska cangkang kerang dari pada family cardidae yang merupakan salah satu komoditi perikanan yang tela lama dibudidayakan sebagai salah satu usaha sampingan masyarakat pesisir. Teknik budidayanya mudah dikerjakan, tidak memerlukan modal besar dan dapat di panen setelah umur 6-7 bulan. Hasil panen kerang per hektar per tahun dapat mencapai 200-300 ton kerang utuh atau sekitar 60-100 ton daging kerang (Porsepwandi, 1998). Serbuk cangkang kerang merupakan serbuk yang dihasilkan dari pembakaran cangkang kerang yang dihaluskan, serbuk ini dapat digunakan sebagai bahan campuran atau tambahan pada pembuatan beton. Penambahan serbuk cangkang kerang yang homogen akan menjadi campuran beton yang lebih reaktif.

Serbuk kulit kerang mengandung senyawa kimia yang bersifat pozzolan yaitu mengandung zat kapur (CaO), alumina dan senyawa silika sehingga sesuai digunakan sebagai bahan baku beton. Menurut (Parro Belly Warman dalam skripsi Mohamad Ari Permadi : 2011) menyebutkan bahwa bahan tambahan abu cangkang lokan (sejenis kerang) yang digunakan adalah sebesar 1%, 2% dan 3% . Hasil panen kerang per hektar per tahun dapat mencapai 200-300 ton kerang utuh atau

sekitar 60-100 ton daging kerang (Porsepwandi dalam skripsi Mohamad Ari Permadi : 1998). Sehingga cangkang kerang menjadi limbah dan permasalahan lingkungan.

Kerang darah (Anadara granosa) merupakan jenis kerang yang populer di Indonesia. Menurut Direktorat Jendral Perikanan Tangkap Indonesia (2012) yaitu 48,994 ton. Kerang darah memiliki beberapa kegunaan, salah satunya adalah diolah sebagai makanan, sehingga cangkang kerang darah yang merupakan bahan sisa dapat menimbulkan limbah yang cukup banyak. Senyawa kimia yang terkandung dalam cangkang kerang adalah kitin, kitin merupakan salah satu polisakarida alami yang memiliki banyak kegunaan, seperti bahan pengkelat, pengemulsi dan adsorben. Selain kitin cangkang kerang juga memiliki kalsium karbonat (CaCO₃) yang secara fisik mempunyai pori-pori yang memungkinkan memiliki kemampuan mengadsorpsi atau menyerap zat-zat lain kedalam pori-pori permukaannya. Kerang ini hidup dalam cekungan-cekungan di dasar perairan di wilayah pantai pasir berlumpur. Kerang darah memiliki ukuran paling kecil 3 cm dan paling besar bisa mencapai 10 cm sampai 15 cm.



Gambar 1. Kerang Darah.

Kuat Tekan Beton Ringan Mortar Berdasarkan ASTM C109 M-07

Standar untuk kuat tekan didapat menurut ASTM C109 M-07 untuk mengetes kuat tekan beton mortar dengan benda uji kubus 5 cm x 5 cm x 5 cm harus dilakukan dengan perawatan pada umur satu hari didalam molding/cetakan setelah itu dilepas dan segera dilakukan rendam kedalam air hingga dilakukan pengetesan. Pengetesan dilakukan dengan akurasi kesalahan $\pm 0,1\%$ untuk dial skala 0,1% sedangkan untuk dial skala 0% maka akurasi kesalahan maksimum 1%. Buatlah 2 atau 3 benda uji untuk sekali tes. Tidak ada penyimpanan dalam prosedur karena nilai kuat tekan didapat dari nilai metode tes kuat tekan. Data hasil kuat tekan didapat nilai rata-rata dari 3 cube ukuran 5 cm x 5 cm x 5 cm dengan menggunakan satu cetakan. Hasil yang didapat tidak ada perubahan secara signifikan jika 2 benda uji memiliki kuat tekan yang hampir serupa. Kesalahan untuk benda uji sekitar 8,7% untuk nilai rata-rata dari 3 kubus pada umur sama. Nilai untuk flow tabel berkisar 110 \pm 5 in.

$$f_m = \frac{P}{A}$$

(Sumber: ASTM C109 M-07, 2008)

Catatan:

f_m = Kuat Tekan (*psi* atau MPa)

P = Total Maksimum Beban (*lbf* atau N)

A = Luas Bidang Tekan (in^2 atau mm^2)

METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah hasil penelitian kuantitatif, dengan menggunakan metode desain empiris eksperimen. Desain empiris merupakan metode yang menggunakan pengamatan oleh indera manusia, sehingga orang lain dapat mengamati dan mengetahui cara-cara yang digunakan (Sugiyono, 2013). Metode desain empiris dalam penelitian dilakukan dengan mengadakan kegiatan percobaan untuk mendapatkan data melalui pengamatan pada setiap percobaan. Data penelitian berupa data kuantitatif yang selanjutnya diolah agar mendapatkan hasil

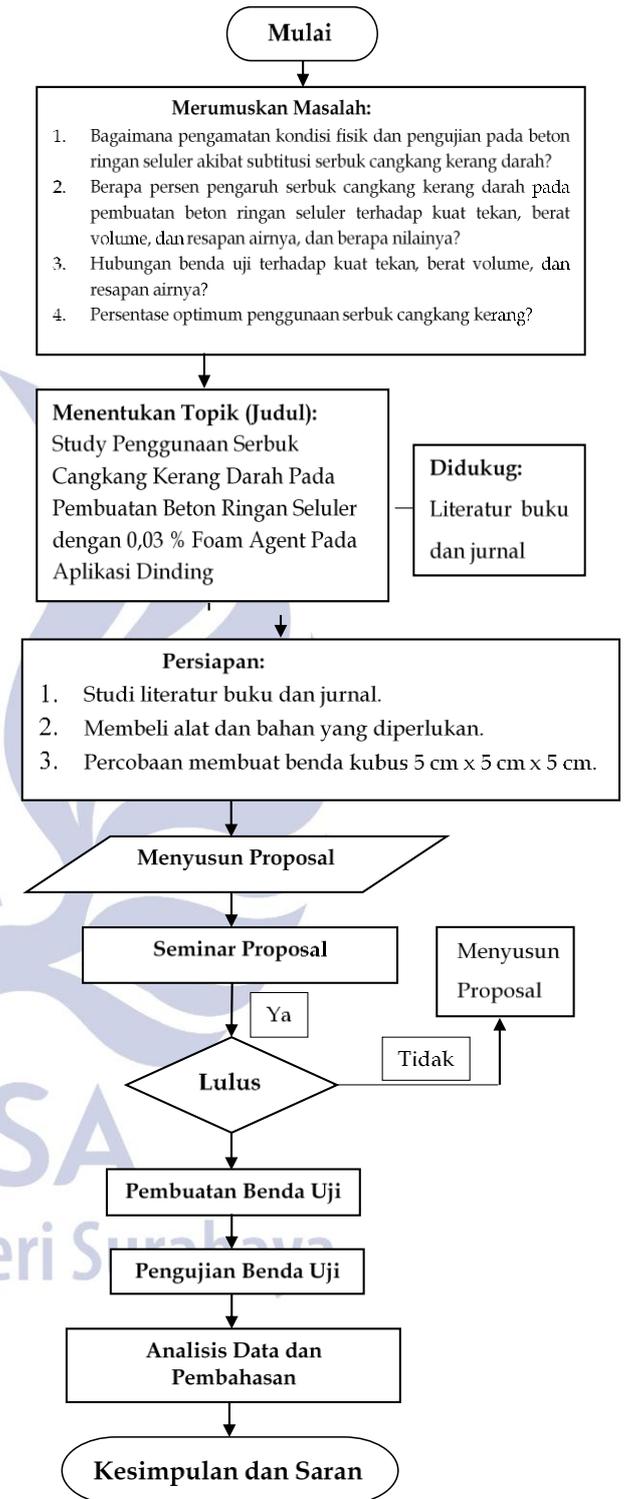
Rancangan penelitian ini akan dilakukan percobaan penambahan serbuk cangkang kerang darah dengan penggunaan busa *foam agent* dalam campuran beton ringan seluler (*cellular lightweight concrete*) yang bertujuan untuk meningkatkan kondisi fisik dan mekanik kuat tekan beton ringan. Persentase serbuk cangkang erang darah yang akan di tambahkan dalam penelitian adalah 0%, 1%, 3%, 5%, 7%, dan 9% dari berat beton ringan seluler. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kondisi fisik permukaan, kuat tekan, berat volume, resapan air dan persentase optimum beton ringan seluler. Pengumpulan data dilakukan dengan cara pembuatan benda uji untuk tes kuat tekan dan berat volume (kubus 5 cm x 5 cm x 5 cm dan di tes pada umur ke 3,7,14,21 dan 28 hari).

Sampel adalah bagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi (Sugiyono, 2013). Sampel sebagai data primer digunakan untuk menganalisis data. Pemakaian campuran *mix desain* benda uji yang dipakai terdapat pada tabel 3. Uraian tabel 4, tabel 5 merupakan penjelasan secara detail dari kebutuhan bahan yang dipakai sebagai campuran benda uji pada tabel 3.

Tabel 3. Mix Desain Benda Uji Kubus 5 cm x 5 cm x 5 cm

komposisi mix design beton ringan dengan serbuk cangkang kerang darah					
sampel	foam	pasir	air	semen	kerang
	liter	kg	iter	kg	kg
1	3	2,3	0,57	1,14	0,000
2	3	2,3	0,57	1,13	0,011
3	3	2,3	0,57	1,11	0,034
4	3	2,3	0,57	1,09	0,057
5	3	2,3	0,57	1,06	0,080
6	3	2,3	0,57	1,04	0,103

Pembuatan Benda Uji



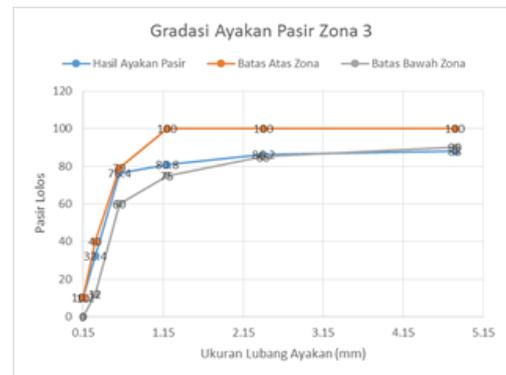
Gambar 3. Flowchart Pembuatan Benda Uji

Setting Up Pengujian Tekan

Uji Kuat Tekan berdasarkan standar ASTM C109/C109M tes untuk kuat tekan mortar menggunakan kubus 5 cm x 5 cm x 5 cm.



Gambar 5. Pengujian Tekan



Gambar 6. Gradasi Pasir Zona 3

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

❖ Pengujian Kualitas Bahan

a. Semen

Semen yang dipakai memiliki berat jenis 3,03 gr/cm³ merupakan merk Semen Gresik 40 kg tipe PPC (Pozzolan Portland Cement) diperoleh dari UD. Kusuma Perdana, alamat Jl. Jambangan Kebun Agung.

b. Pasir

Pasir merupakan jenis pasir pasuruan yang dibeli di toko bangunan UD. Jaya Raya, alamat Jl. Ketintang, Surabaya. Hasil pengujian pasir yang diperoleh diperlihatkan pada tabel 4.1 dan gradasi pasir gambar 6.

Tabel 4. Hasil Pengujian Pasir

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian
1	Berat Jenis	2.33 g/cm ³
2	Kadar Lumpur	4,1 %
3	Analisa Ayakan	Zona 3/agak halus

Sumber: Hasil Pengujian

Pemilihan pasir dengan zona 3 dikarenakan memiliki gradasi butiran lebih halus dibandingkan zona 1 dan zona 2 sehingga berat jenis lebih ringan dibandingkan dengan zona 1 dan zona 2 maka ketika dilakukan pencampuran *foam* dengan pasir didapatkan pasir dapat melayang dan menempel pada *foam*, beton ringan yang dihasilkan tidak terjadi pemisahan material. Pasir zona 4 tidak digunakan karena pasir terlalu banyak lumpur sehingga tidak memenuhi persyaratan minimal kandungan lumpur pada pasir.

c. Serbuk Cangkang Kerang Darah

Serbuk cangkang Kerang darah yang digunakan diperoleh dari daerah sedati, Kab. Sidoarjo. Kerang darah digunakan sebagai substitusi penggunaan semen.

d. Foam

Foam memiliki berat jenis 0.03 g/cm³ dihasilkan *Foam agent* yang digunakan merk *Foam Agent GF 1420* dosis pemakaian didalam air dengan perbandingan 1:30 (1 liter *Foam Agent*: 30 liter Air) diperoleh dari CV. Gunung Drajat, alamat Jl. Griya Kebraon Utara, Surabaya.

B. PEMBAHASAN

Pembahasan ini berisi analisis sesuai dengan rumusan masalah dan tujuan penelitian, cakupan dalam analisis ini meliputi pengaruh bahan tambah kerang terhadap kondisi bentuk dan warna benda uji setelah penambahan bahan tambah serbuk cangkang kerang darah dan pengaruhnya terhadap uji mekanik kuat tekan, uji berat volume dan uji resapan air atau kadar airnya berdasarkan waktu curing beton dan mengetahui kadar optimal penggunaan serbuk cangkang kerang darah, berikut pembahasannya:

1. Pengaruh Kerang Terhadap Kondisi Bentuk dan Warna pada Benda Uji

Pengaruh terhadap kondisi bentuk dan warna pada benda uji setelah penambahan variasi serbuk cangkang kerang sebagai bahan campuran beton dengan busa *foam agent*. Kondisi permukaan benda uji campuran beton ringan seluler sebagian besara menampilkan kondisi fisik yang cukup baik dimana gelembung dari busa *foam agent* tidak terlalu banyak pada beberapa benda uji. Kondisi warna benda uji campuran beton ringan seluler tidak jauh beda dimana kondisi warna benda uji berwarna abu – abu tua hingga abu – abu muda.

Tabel 4. Kondisi Fisik pada Beton Ringan Seluler.

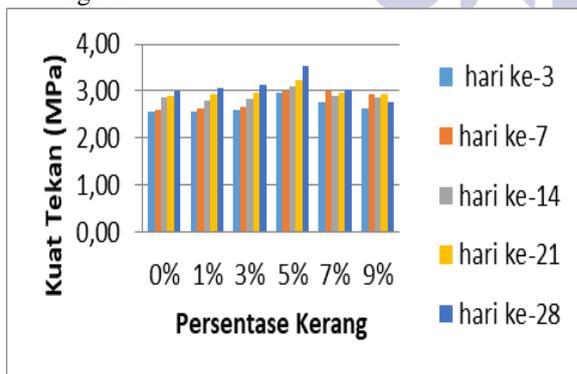
No	Kriteria	Hasil Pengujian
1	Warna	
	0% serbuk cangkang kerang	Abu-abu tua
	5% serbuk cangkang kerang	Abu-abu muda
2	Bentuk	
	0% serbuk cangkang kerang	Berpori sedikit
	5% serbuk cangkang kerang	Berpori sedikit
3	Berat Jenis	
	0% serbuk cangkang kerang	Lebih berat
	5% serbuk cangkang kerang	Lebih ringan

2. Pengujian Mekanik Kuat Tekan Benda Uji

Hasil pengujian mekanik menyajikan data pengujian kuat tekan, kuat lentur dan resapan air. Pengujian mekanik ini dimaksudkan untuk mendapatkan penggunaan optimal kadar penambahan serbuk cangkang kerang untuk campuran beton ringan sehingga akan menaikkan kuat tekan, kuat lentur dan resapan.

a. Kuat Tekan Berdasarkan Presentase Serbuk Cangkang Kerang Darah.

Pengujian kuat tekan ini dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari dengan menggunakan alat UTM (Universal Testing Machine). Tabel 4.4 menyajikan data untuk kuat tekan variasi penambahan serbuk cangkang kerang 0%, 1%, 3%, 5%, 7% dan 9%. ASTM C869 menjelaskan untuk beton ringan seluler nilai kuat tekan yang didapat harus lebih besar dari 1,4 MPa, sehingga dapat dinyatakan benda uji ini memenuhi syarat terhadap kuat tekan. SNI 3-0349-1989 menklasifikasikan beton ringan ini termasuk kedalam dinding beton mutu III dengan kuat tekan rata-rata minimum 30 kg/cm².



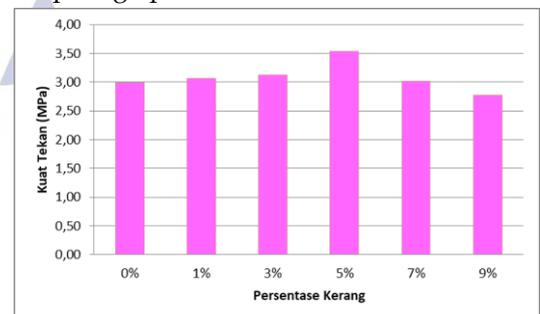
Gambar 7. Kuat Tekan Rata-Rata (Presentase Kerang dengan Kuat Tekan).

b. Hubungan Kuat Tekan dengan Umur beton.

Nilai pertambahan hasil kuat tekan beton semakin tinggi seiring dengan waktu, pada umur 28 hari dihasilkan kuat tekan beton tertinggi yaitu 3,54 MPa pada variasi 5% penambahan serbuk cangkang kerang. Hubungan antara kuat tekan beton yang meningkat seiring dengan umur disebabkan beton ringan termasuk juga beton mortar sehingga segala sifat yang dimiliki beton normal serupa dengan beton ringan khususnya penambahan 5% serbuk cangkang kerang.

c. Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Terhadap Kuat Tekan.

Nilai kuat tekan tertinggi pada 3,54 MPa pada umur 28 hari untuk variasi serbuk cangkang kerang 5%, sedangkan tanpa kerang pada umur 28 hari dihasilkan 3,00 MPa. Hasil yang didapat dikarenakan ketika pada pencampuran serbuk cangkang kerang 5% pencampuran antara pasir, semen, air, dan foam terlihat paling kalis atau paling menyatu sehingga rongga - rongga lebih sedikit tetapi berat lebih ringan dan kekuatan tekan beton semakin bertambah. Hal ini memberikan kesimpulan bahwa penambahan variasi serbuk cangkang kerang 5% merupakan variasi penambahan serbuk cangkang kerang paling optimum.



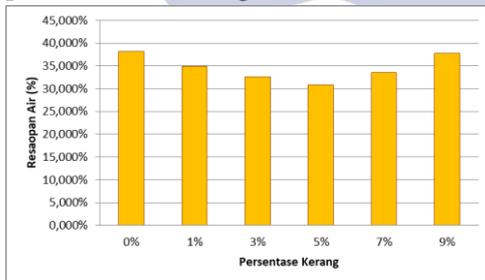
Gambar 8. Kuat Tekan Rata-Rata (Presentase Kerang dengan Kuat Tekan).

d. Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Terhadap Resapan Air atau Kadar Air.

Resapan air atau kadar air dilakukan sesuai dengan peraturan SNI

03-0349-1989 pada waktu pengeringan umur 28 hari. Pengaruh penambahan kerang pada resapan air atau kadar air sangat berpengaruh seperti yang ditampilkan pada gambar 4.3, penggunaan kerang dapat menurunkan resapan air 30,805% pada variasi penambahan 5% serbuk cangkang kerang, sehingga belum memenuhi persyaratan mutu dinding beton ringan seluler tahan cuaca atau resapan air maksimal 25% dapat terpenuhi untuk penambahan 5% serbuk cangkang kerang darah.

SNI 3-0349-1989 untuk resapan air atau kadar air rata-rata maksimal pada mutu dinding I dan II berturut-turut 25% dan 35%, tetapi mutu dinding bata ringan tergolong mutu III maka dari itu dipakai ketentuan dari ASTM C 869 mengenai nilai resapan air atau kadar air maksimal tidak boleh lebih dari 25%, sehingga benda uji ini belum memenuhi syarat untuk dijadikan panel dinding beton ringan sebagai insulator cuaca luar. Hasil pengujian resapan air atau kadar air ditampilkan pada Tabel 4.6 dan gambar 4.5.

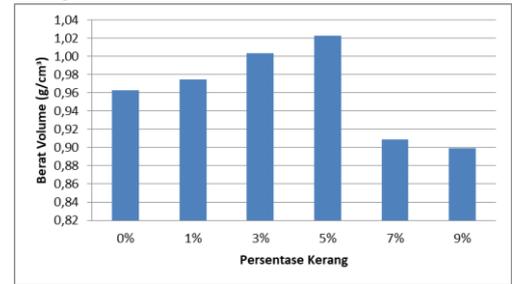


Gambar 9. Resapan Air atau Kadar Air Rata - Rata (Presentase Kerang dengan Resapan Air).

e. Pengaruh Berat Volume Setelah Penambahan Penggunaan Serbuk Cangkang Kerang Darah.

Berta volume pada benda uji campuran beton ringan seluler dengan substitusi serbuk cangkang kerang darah mengalami kenarikan tertinggi pada penambahan serbuk cangkang kerang darah sebesar 5% dengan nilai berat volumenya mencapai 1,02 g/cm³

yang dinyatakan hampir memenuhi ketentuan sasaran penelitian sesuai dengan peraturan ASTM C869.

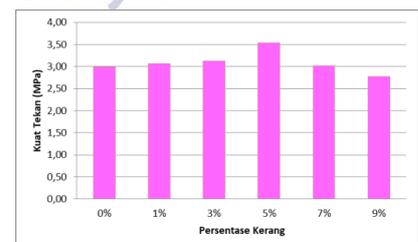


Gambar 10. Berat Volume Rata - Rata (Presentase Kerang dengan Berat Volume).

f. Kadar Optimal Penggunaan Serbuk Cangkang Kerang.

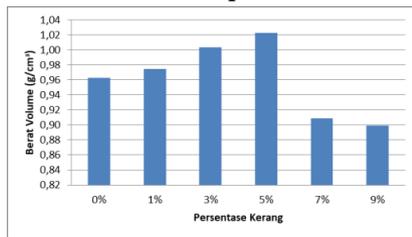
Kadar optimal suatu penambahan variasi serbuk cangkang kerang dapat ditentukan dengan membuat hubungan antara berbagai grafik, seperti hubungan berat volume dengan resapan air, hubungan berat volume dengan kuat tekan, dan kuat tekan dengan resapan air sehingga bisa ditarik kesimpulan kadar optimum untuk penggunaan serbuk cangkang kerang adalah 5% menggambarkan kadar optimum pada benda uji campuran beton ringan dengan penambahan atau substitusi serbuk cangkang kerang darah berada pada variasi 5% penambahan serbuk cangkang kerang darah yaitu:

1. Variasi 5% mendapatkan nilai kuat tekan sebesar 3,54 Mpa yang memenuhi syarat ASTM C869.



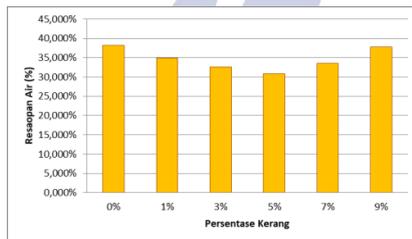
Gambar 16. Kuat Tekan Rata - Rata (Presentase Kerang dengan Kuat Tekan).

- Variasi 5% mendapatkan nilai berat volume sebesar $1,02 \text{ g/cm}^3$ yang hamper memenuhi ketentuan sasaran penelitian.



Gambar 17. Berat Volume Rata - Rata (Presentase Kerang dengan Berat Volume).

- Variasi 5% mendapatkan nilai resapan air atau kadar air 30,805%.



Gambar 4.14 Resapan Air atau Kadar Air (Presentase Kerang dengan Resapan Air)

Simpulan

Hasil penelitian mendapatkan simpulan sebagai berikut.

- Pengaruh penambahan serbuk cangkang kerang pada campuran beton ringan berbahan foam terhadap pengujian fisiknya berupa warna yang didapatkan warna abu-abu muda yang berasal dari penggunaan serbuk cangkang kerang, lalu bentuk permukaan benda uji yang rata karena gelembung-gelembung akibat foam telah berkurang pada penambahan serbuk cangkang kerang 5%.
- Pengaruh penambahan serbuk cangkang kerang dibandingkan dengan tanpa serbuk cangkang kerang yaitu mengalami peningkatan pada penambahan 5% serbuk cangkang kerang pada pengujian mekanik kuat tekan yang nilai kuat tekannya sebesar 3,54 Mpa pada umur 28 hari.
- Pengaruh penambahan serbuk cangkang kerang pada resapan airnya mengalami resapan terendah juga pada 5% penambahan serbuk cangkang kerang yaitu sebanyak 30,805%.
- Pengaruh penambahan Serbuk cangkang kerang pada berat volume juga mengalami peningkatan sebanyak $1,02 \text{ g/cm}^3$ pada penambahan 5% serbuk cangkang kerang.
- Pengaruh hubungan antara berat volume dengan kuat tekan sama - sama mengalami peningkatan

yaitu semakin tinggi berat volume maka semakin tinggi pula kuat tekan.

- Pengaruh hubungan antara resapan air dengan kuat tekan semakin tinggi kuat tekan maka semakin rendah resapan airnya. Pengaruh hubungan antara resapan air dengan berat volume juga begitu semakin besar berat jenis semakin rendah resapan airnya..
- Persentase optimum penggunaan serbuk cangkang kerang pada campuran beton ringan seluler dengan didapatkan penambahan 5% serbuk cangkang kerang terhadap berat

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 2008. ASTM C109/C109M. *Standard Test Method for Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 50mm) Cube Specimens*, Annual Book of ASTM Standard, Vol.04.02.2008. ASTM, 2008: Philadelphia.
- Anonimous. 2002. ASTM C348. *Standard Test Method for Flexural Strength of Hydraulic-Cement Mortars*, Annual Book of ASTM Standard, Vol.14.04.2002. ASTM, 2002: Philadelphia.
- Anonimous. 1998. ASTM C796-97. *Standard Test Method for Foaming Agents for Use in Producing Cellular Concrete Using Preformed Foam*, Annual Book of ASTM Standard Vo04.02.1998. ASTM, 1998: Philadelphia.
- Anonimous. 2011. ASTM C869/C869M-11, *Standard Specification for Foaming Agent Used in Making Preformed Foam for Cellular Concrete*, Annual Book of ASTM Standard. ASTM, 2011: Pennsylvania.
- Anonimous. 1989. SNI 3-0349-1989. *Bata beton untuk pasangan dinding*, Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- Anonimous. 1991. SNI 03-2495-1991. *Spesifikasi Bahan Tambah Untuk Beton*, Departemen Pekerjaan Umum. LPMB, 1991: Bandung.
- Anonimous. 2002. SNI 03-6820-2002. *Spesifikasi Agregat Halus Untuk Pekerjaan Adukan dan Plesteran dengan Bahan Dasar Semen*, Badan Standar Nasional, 2002: Bandung.
- Anonimous. 2002. SNI 03-2847-2002. *Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung*, Badan Standarisasi Nasional, 2002: Bandung.
- Anonimous. 2004. SNI 15-2049-2004. *Semen Portland*, Badan Standarisasi Nasional. Badan Standarisasi Nasional, 2004: Bandung.
- Anonimous. 2013. SNI 2847-2013. *Persaratan beton struktural untuk bangunan gedung*, Badan Standarisasi Nasional, 2013: Bandung.

- Afranita G., Dkk., 2012. *"Potensi Abu Cangkang Kerang Jenis Anadara Granosa Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton K-225"*, Universitas Islam Bekasi, 2012: Bekasi
- Linda O., 2016. *"Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Terhadap Porositas Dan permeabilitas Beton Geopolymer Berbahan Dasar Abu Terbang Dan NaOH 10 Molar"*, Universitas Negeri Surabaya, 2016: Surabaya.
- Moch. Eky. Z., 2018. *"Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa dengan Penggunaan Catalyst, Monomer dan Fly ash Sebagai Material Penyusun Beton Ringan Seluler"*, Universitas Negeri Surabaya, 2018: Surabaya.
- Moh. Ari P., 2016. *"Pengaruh Substitusi Fly Ash dan Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Darah pada Kualitas Genteng Beton"*, Universitas Negeri Surabaya, 2016: Surabaya.
- M.S. Siregar, 2009. *"Pemanfaatan Kulit Kerang dan Resin Epoksi Terhadap Karakteristik Beton Polimer"*, Tesis: Medan.
- I. N. Ringsun, 2009. *"Ilmu Bahan"*, Unesa , 2009: Surabaya.
- Sutikno. 2011. *"Teknologi Beton"*, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi Universitas Negeri Surabaya. Unesa, 2011: Surabaya.
- Tavio, Dkk. 2015. *"Pemanfaatan Limbah Kerang Hijau (Perna Viridis L.) sebagai Bahan Campuran Kadar Optimum Agregat Halus pada Beton Mix Design dengan Metode Substitusi"*, Intitut Teknologi Sepuluh November, 2015: Surabaya.
- Tim Penyusun. 2014. *"Pedoman Penulisan Skripsi"*, Universitas Negeri Surabaya: Surabaya.
- Tri M., 2004. *"Teknologi Beton"*, Andi, 2004: Yogyakarta.

