

ANALISIS PEMANFAATAN CANGKANG KERANG SEBAGAI SUBSTITUSI PASIR TERHADAP KUAT TEKAN DAN DAYA SERAP BETON NORMAL

Aditya Dandy Firatama¹, Qomariah², Sugiharti³

Mahasiswa Manajemen Rekayasa Konstruksi, Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang¹, Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang², Dosen Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang³

Email: adityadandi11@gmail.com¹, qomariah@polinema.ac.id², sugiharti@polinema.ac.id³

ABSTRAK

Pada era globalisasi ini, konstruksi di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan terhadap fasilitas dan infrastruktur terutama dalam bidang beton. Sumenep salah satu kabupaten di Madura yang dikelilingi pesisir pantai dengan hasil laut kerang darah yang melimpah dan limbah cangkang kerang yang dihasilkan pun semakin banyak. Menggiling limbah cangkang kerang darah menjadi ukuran yang halus bisa digunakan sebagai bahan substitusi pasir terhadap beton normal. Kegiatan penggilingan ini dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Sipil, Politeknik Negeri Malang. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik beton dengan substitusi limbah cangkang kerang darah terhadap pasir tinjauan pengujian kuat tekan beton dan daya serap beton. Metode penelitian meliputi: pengujian sifat fisik agregat dan cangkang kerang darah, perancangan campuran beton menggunakan referensi SNI 03-2834-2000. Sampel penelitian untuk setiap variasi 0%, 7%, 9%, dan 12% berjumlah 18 benda uji silinder untuk pengujian kuat tekan beton dan 4 benda uji silinder untuk pengujian daya serap beton. Hasil pengujian kuat tekan umur 28 hari secara berturut-turut untuk variasi 0%, 7%, 9%, dan 12% sebesar 34,47 kg/cm²; 32,20 kg/cm²; 32,16 kg/cm²; 32,56 kg/cm². Hasil pengujian daya serap beton umur 28 hari secara berturut-turut untuk variasi 0%, 7%, 9%, dan 12% sebesar 4,94%; 4,19%; 4,66%; 3,20%. Substitusi limbah cangkang kerang darah menurunkan nilai kuat tekan beton rata-rata dan nilai daya serap beton rata-rata.

Kata kunci: Limbah cangkang kerang darah, kuat tekan beton, daya serap beton.

ABSTRACT

In this era of globalization, development in Indonesia has significantly increased facilities and infrastructure in the concrete sector. Sumenep, one of the regencies in Madura which is surrounded by the coast with abundant sea-blood shells, makes the shellfish waste increasingly accumulate there. With a large amount of shellfish waste, by grinding it into a fine size it can be used as a substitute for sand material for normal concrete which is carried out in the Laboratory of Civil Engineering Department of the State Polytechnic of Malang. This study aims to analyze the characteristics of concrete with the substitution of sea-blood shells waste into the sand in terms of the results of the compressive strength test of concrete and the absorption test of concrete. The research methods used include: physical properties of aggregates and sea-blood shells test, concrete mixtures design using SNI 03-2834-2000 as a reference. The number of research samples for each variation of 0%, 7%, 9%, and 12% are 18 cylindrical specimens for concrete compressive strength test and 4 cylindrical specimens for concrete absorption test. The results of compressive strength test for 28 days respectively for variations of 0%, 7%, 9%, and 12% are 34.47 kg / cm²; 32.20 kg / cm²; 32.16 kg / cm²; 32.56 kg / cm². The results of absorption test of 28-day concrete respectively for variations of 0%, 7%, 9%, and 12% are 4.94%; 4.19%; 4.66%; 3.20%. Substitution of sea-blood shells waste decreases the average compressive strength of concrete, and the average absorption of concrete.

Keywords: Sea-blood shells waste, concrete compressive strength, concrete absorption.

1. PENDAHULUAN

Pada era globalisasi ini, perkembangan konstruksi di Indonesia mengalami peningkatan yang signifikan. Hal ini tidak terlepas dari kebutuhan masyarakat terhadap fasilitas dan infrastruktur. Beton merupakan bahan konstruksi yang banyak digunakan pada pembangunan sekarang ini. Alasan tersebut dikarenakan beton memiliki banyak keunggulan di antaranya: beton mudah dibentuk sesuai kebutuhan, tahan terhadap perubahan cuaca, harga yang relatif murah dibanding bahan yang lainnya, tahan dari api dan korosi, serta kelebihan beton yang utama adalah tahan menerima gaya tekan.

Sumenep adalah salah satu kabupaten yang terletak di Pulau Madura, Jawa Timur yang dikelilingi oleh pesisir pantai sehingga dijadikan sebagai objek mata pencarian penduduk sebagai nelayan. Salah satu hasil nelayan Sumenep adalah kerang darah (*Anadara granosa*). Kerang darah banyak digunakan penduduk untuk kebutuhan pangan sehari-hari sehingga limbah cangkang kerang darah banyak dan belum dimanfaatkan oleh warga sekitar.

Pada umumnya limbah cangkang kerang darah tidak digunakan kembali dan hanya dibuang, oleh karena itu perlu dikaji manfaat limbah cangkang kerang darah apabila dicampurkan ke dalam campuran beton normal. Kajian yang dilakukan yaitu mengkaji kuat tekan beton dan daya serap beton, dengan hipotesis awal bahwa kuat tekan dari beton menurun.

Dengan latar belakang di atas maka permasalahan dari penelitian ini akan menganalisis pengaruh penambahan cangkang kerang darah dalam campuran beton dengan variasi 0%, 7%, 9%, 12% terhadap kuat tekan beton, daya serap beton $f_c' = 20$ MPa dan komposisi campuran yang memiliki nilai optimum.

2. METODE

Kuat Tekan Beton

Salah satu keunggulan dari beton adalah kekuatan tekan. Kemampuan dari beton yang ditujukan untuk menerima gaya secara vertikal atau tekan persatuan luas disebut dengan kuat tekan beton (Mulyono, 2005:9). Kuat tekan dapat dihitung dengan **Persamaan 1**.

$$f_c' = \frac{P}{A} \quad (1)$$

Keterangan:

f_c' = Kuat Tekan Beton (N/mm^2)

P = Beban Maksimum (N)

A = Luas Permukaan benda uji (mm^2)

Daya Serap Beton

Daya serap beton adalah kemampuan beton normal untuk menyerap air ketika direndam dalam air hingga memiliki massa jenuh, artinya hingga beton normal tidak mampu menyerap lagi karena sudah penuh (Mulyono, 2005:88). Daya serap dapat dihitung dengan **Persamaan 2**

$$WA = \frac{M_j - M_k}{M_k} \times 100\% \quad (2)$$

Keterangan:

M_k = Massa sampel kering (kg)

M_j = Massa jenuh air (kg)

W_a = Daya serap air (%)

Cangkang Kerang Darah

Menurut penelitian Vitalis, cangkang kerang darah memiliki belahan yang sama melekat satu sama lain pada batas cangkang. Rusuk pada kedua belahan cangkangnya sangat menonjol. Cangkang berukuran sedikit lebih panjang dibandingkan tingginya tonjolan (*umbone*). Setiap belahan cangkang memiliki 19-23 rusuk. Kerang ini hidup dalam cekungan-cekungan di dasar perairan di wilayah pantai pasir berlumpur.

Tabel 1. Kandungan Kimia Cangkang Kerang Darah Sumenep

Compound	Si	Ca	Ti	Mn	Fe
Conc	0,5	91,51	0,21	0,073	3,06
Unit	%	%	%	%	%

Sumber: Laboratorium Sentral Universitas Negeri Malang



Gambar 1. Limbah Cangkang Kerang Darah

Sumber: Dokumentasi Penelitian

Pembuatan Sampel Benda Uji

Silinder berdiameter $\varnothing 15$ cm dan tinggi 30 cm dengan jumlah sampel sebanyak 72 benda uji kuat tekan dan 16 benda uji daya serap beton dapat dilihat pada **Tabel 2 dan Tabel 3**.

Tabel 2. Jumlah Sampel Kuat Tekan Beton

Kombinasi	Umur 7 Hari (BU)	Umur 14 Hari (BU)	Umur 28 Hari (BU)
0%	6	6	6
7%	6	6	6
9%	6	6	6
12%	6	6	6

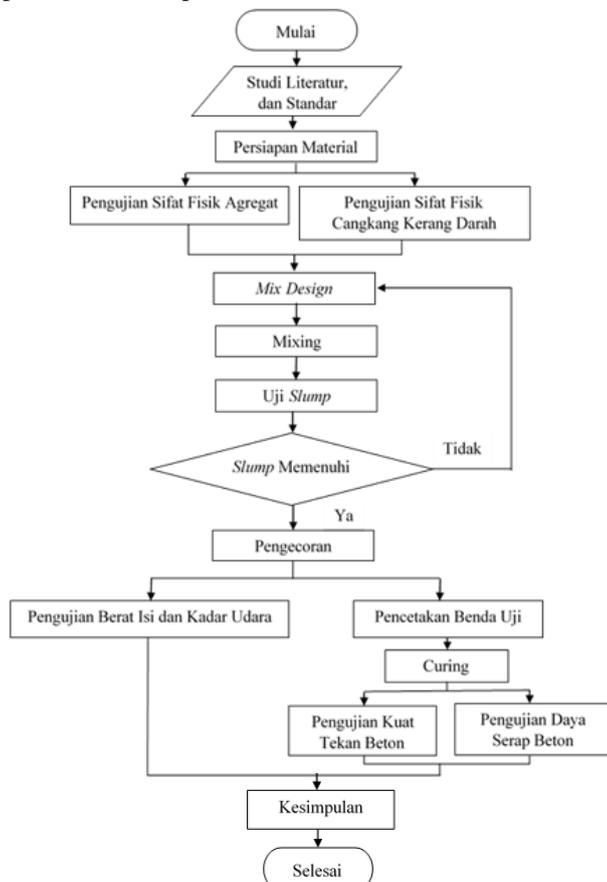
Sumber: Hasil Perhitungan

Tabel 3. Jumlah Sampel Daya Serap Beton

Kombinasi	Umur 14 Hari (BU)	Umur 28 Hari (BU)
0%	2	2
7%	2	2
9%	2	2
12%	2	2

Sumber : Hasil Perhitungan

Adapun langkah-langkah yang dilakukan dalam penelitian ini, dapat dilihat dalam **Gambar 2**.



Gambar 2 Diagram Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Agregat Halus

Agregat halus yang digunakan adalah pasir Lumajang dan limbah cangkang kerang darah sebagai substitusi pasir yang sudah dihaluskan dan diayak. Dilakukan pengujian sifat fisik, dengan hasil pengujian dapat dilihat dalam **Tabel 4**.

Tabel 4. Hasil Pengujian Agregat Halus

Pemeriksaan	Spesifikasi	Hasil Cangkang Kerang	Hasil Pasir Lumajang
Kadar Air	5-10%	0,78%	0,90%
Berat Jenis	2,5-2,7	2,72 gr/cm ³	2,68 gr/cm ³
Penyerapan	2-10%	2,44%	0,42%
Kadar Lumpur	≤ 2,5%	0%	2,44%
Warna larutan	Coklat	Bening	Bening
Berat Isi Lepas	≤ 1,2	1,40 gr/cm ³	1,64 gr/cm ³
Berat Isi Tusuk	≤ 1,6	1,55 gr/cm ³	1,76 gr/cm ³
Berat Isi goyang	≤ 1,6	1,56 gr/cm ³	1,79 gr/cm ³
Analisis Saringan		Zona -	Zona 2

Sumber: Hasil Uji Laboratorium

Agregat Kasar

Agregat kasar yang digunakan oleh peneliti menggunakan batu pecah Pasuruan dengan ukuran 1cm-2cm, dengan hasil pengujian dapat dilihat dalam **Tabel 5**.

Tabel 5. Hasil Pengujian Agregat Kasar

Pemeriksaan	Hasil	Spesifikasi
Kadar Air	1,14%	5-10%
Berat Jenis	2,72 gr/cm ³	2,5-2,7
Penyerapan	1,21%	2-10%
Berat Isi Lepas	1,38 gr/cm ³	≤ 1,2
Berat Isi Tusuk	1,57 gr/cm ³	≤ 1,6
Berat Isi goyang	1,59 gr/cm ³	≤ 1,6
Kekerasan	5%	≤ 45
Analisis Saringan	Ukuran butir 20 mm	

Sumber: Hasil Uji Laboratorium

Analisis Mix Design

Perencanaan *mix design* dilakukan dengan mutu f_c' 20 Mpa dengan total pembuatan benda uji silinder sebanyak 88 buah yang terbagi dalam 72 benda uji kuat tekan dan 16 benda uji daya serap beton dengan volume proporsi dan koreksi campuran dalam **Tabel 6**.

Tabel 6. Proporsi dan Koreksi Campuran Benda Uji Silinder per m³

Uraian	Semen (kg)	Air (kg)	Agregat Halus (kg)	Agregat Kasar (kg)
Proporsi Campuran (teoritis)				
Tiap m ³	323	190	749,74	1172,68
Per benda uji m ³	1,71	1,01	3,98	6,22
Koreksi Campuran				
Tiap m ³	323	189,97	749,78	1172,67
Per benda uji m ³	1,71	1,01	3,98	6,22

Sumber: Hasil Perhitungan

Pengujian Slump

Dalam pembuatan campuran beton segar tingkat *workability* beton ditentukan oleh nilai *slump* saat melakukan perencanaan dan pembuatan benda uji. Dalam penelitian ini nilai *slump* yang direncanakan berkisar antara 2,5 cm – 11 cm, dalam pelaksanaan pembuatan benda uji dalam penelitian ini semua variasi dilakukan pengujian *slump* yang harus sesuai dengan *slump* rencana. Nilai pengujian *slump* di lapangan dapat dilihat dalam **Tabel 7**.

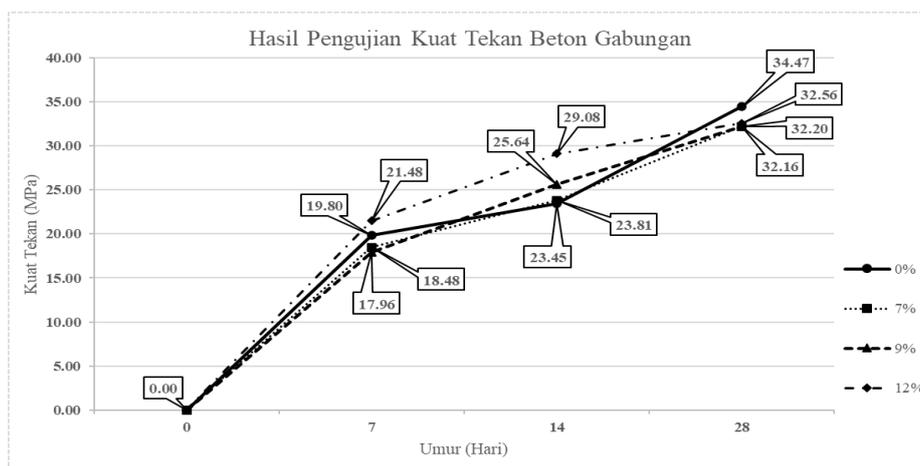
Tabel 7 Nilai Pengujian *Slump* Lapangan

Variasi	Uraian	Slump Rata rata (cm)
0%	Pengecoran 12 Benda Uji (26 Februari 2020)	6,6
	Pengecoran 12 Benda Uji (26 Februari 2020)	5,7
7%	Pengecoran 12 Benda Uji (27 Februari 2020)	5,5
	Pengecoran 12 Benda Uji (27 Februari 2020)	5,3
9%	Pengecoran 12 Benda Uji (2 Maret 2020)	6,9
	Pengecoran 12 Benda Uji (2 Maret 2020)	6,8
12%	Pengecoran 12 Benda Uji (5 Maret 2020)	5,2
	Pengecoran 12 Benda Uji (5 Maret 2020)	7,7

Sumber: Hasil Uji Laboratorium

Pengujian Kuat Tekan Beton

Dalam penelitian ini, dilakukan pengujian kuat tekan beton untuk setiap variasi sejumlah 18 buah benda uji yang terbagi 6 buah benda uji pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari dengan hasil pengujian dalam **Gambar 8**.



Gambar 3. Grafik Pengujian Kuat Tekan Beton

Sumber: Hasil Perhitungan

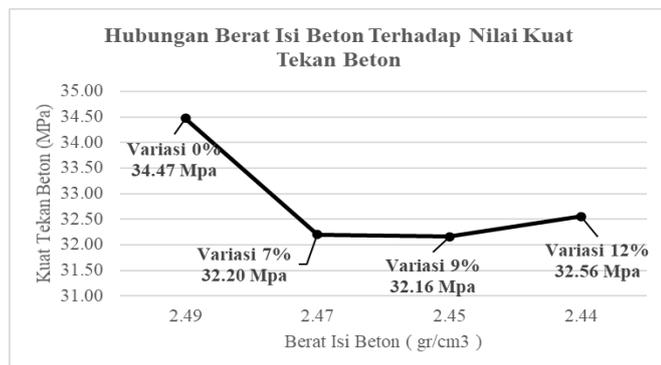
Gambar 3 menjelaskan bahwa pada umur 7 hari beton memiliki kuat tekan yang berbeda-beda dari setiap variasi dengan jumlah perbedaan yang tidak terlalu signifikan yaitu 19,80 MPa untuk beton normal, 18,48 untuk beton variasi 7%, 17,96 untuk beton variasi 9%, dan 21,48 MPa untuk

beton variasi 12%. Pada umur 14 hari beton dengan variasi 12% memiliki nilai kuat tekan jauh lebih tinggi daripada beton lainnya yaitu sebesar 29,08 MPa, kemudian 25,64 MPa untuk beton variasi 9%, 23,81 MPa untuk beton variasi 7%, dan 23,45 MPa untuk beton normal. Pada umur 28 hari

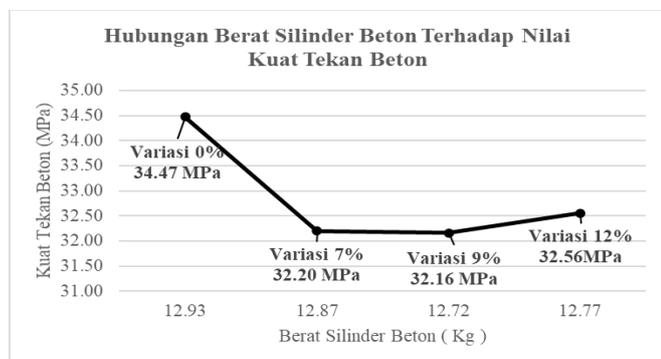
beton nilai kuat tekan maksimum, pada beton normal memiliki nilai kuat tekan sebesar 34,47 MPa, beton variasi 7% sebesar 32,20 MPa, beton variasi 9% sebesar 32,16 MPa, dan 32,56 MPa untuk beton variasi 12%. Berdasarkan hasil di atas bahwa limbah cangkang kerang darah menurunkan nilai kuat tekan pada variasi 7% sebesar 6,6%, variasi 9% sebesar 6,7%, variasi 12% sebesar 5,6%, dan juga berat dari setiap sampel beton mengalami penurunan.

Hubungan Berat Beton dan Kuat Tekan

Dilihat dari hasil kuat tekan beton yang mengalami penurunan setiap variasi substitusi, terdapat hal yang mempengaruhi dari nilai kuat tekan beton yaitu berat dari beton. Pengujian berat isi beton untuk setiap variasi sejumlah 2 buah benda uji dengan cara penusukan dan untuk berat silinder beton berjumlah 16 benda uji setiap variasi, kemudian diambil rata-rata berat isi beton dan berat silinder beton setiap variasi campuran. Untuk hubungan berat isi dan kuat tekan beton dapat dilihat dalam **Gambar 4** dan hubungan berat silinder beton terhadap nilai kuat tekan beton dapat dilihat dalam **Gambar 5**.



Gambar 4. Grafik Hubungan Berat Isi Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton
 Sumber: Hasil Perhitungan

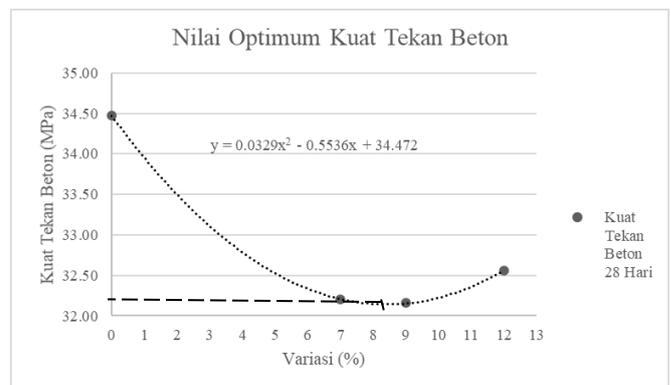


Gambar 5. Grafik Hubungan Berat Silinder Beton Terhadap Nilai Kuat Tekan Beton
 Sumber: Hasil Perhitungan

Gambar 4 dan **Gambar 5** menjelaskan dari keempat variasi dari berat isi beton dan berat silinder beton mengalami penurunan dan diikuti dengan nilai kuat tekan beton yang juga turun. Dilihat dari berat isi beton menunjukkan bahwa berat dari campuran beton segar semakin menurun. Dapat disimpulkan bahwa di dalam campuran beton terdapat ruang kosong atau rongga udara. Dari rongga udara itu mengakibatkan berat dari benda uji silinder juga menurun dari setiap variasi, secara teoritis semakin padat beton akan semakin berat yang juga diikuti dengan meningkatnya nilai dari kuat tekan beton.

Nilai Optimum Kuat Tekan Beton

Nilai Optimum kuat tekan beton dilakukan berdasarkan nilai maksimum pada umur 28 hari dapat dilihat dalam **Gambar 6**.



Gambar 6 Grafik *Polynomial* Nilai Optimum Kuat Tekan Beton
 Sumber: Hasil Perhitungan

Gambar 6 menjelaskan data hasil kuat tekan beton dengan penambahan limbah cangkang kerang darah pada umur 28 hari diperoleh grafik *polynomial* dengan persamaan garis $y = 0,0329x^2 - 0,5536x + 34,427$.

Dari persamaan garis tersebut dapat dicari nilai optimum campuran cangkang kerang darah tersebut. Agar didapat nilai y maksimum, maka:

$$\frac{dy}{dx} = 0 \rightarrow 0,0329x^2 - 0,5536x + 34,427$$

$$\frac{dy}{dx} = (2)(0,0329x) - 0,5536 = 0$$

$$\frac{dy}{dx} = 0,0658x - 0,5536 = 0$$

$$x = \frac{0,5536}{0,0658} \rightarrow x = 8,4133 \approx 8,4$$

Untuk dapat nilai y maksimum maka $x = 8,4$. Masukkan nilai x ke dalam persamaan:

$$y = 0,0329x^2 - 0,5536x + 34,427$$

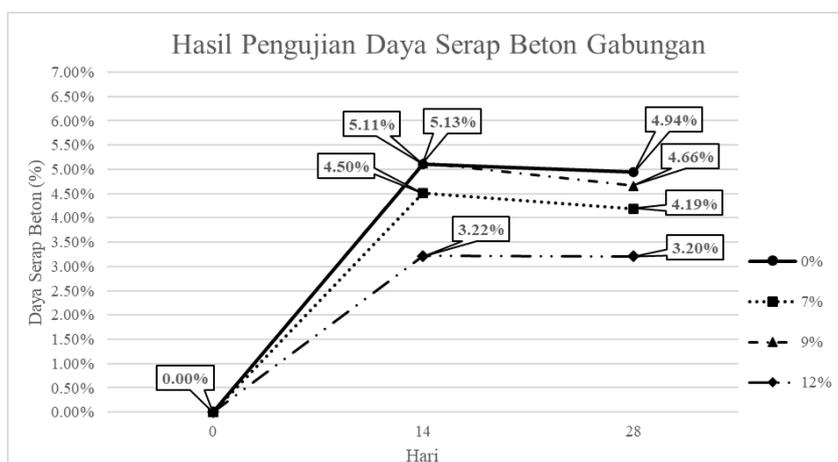
$$= 0,0329(8,4133)^2 - 0,5536(8,4133) + 34,427$$

$$= 32,14 \text{ Mpa}$$

Kadar optimum kuat tekan beton dari penambahan cangkang kerang darah pada campuran beton yaitu sebesar 8,4% dengan nilai kuat tekan beton 32,14 Mpa.

Nilai Daya Serap Beton

Pengujian daya serap beton dalam penelitian ini menggunakan 2 buah benda uji yang dilakukan perendaman selama 14 hari dan 28 hari. Hasil pengujian dapat dilihat dalam **Gambar 7**.



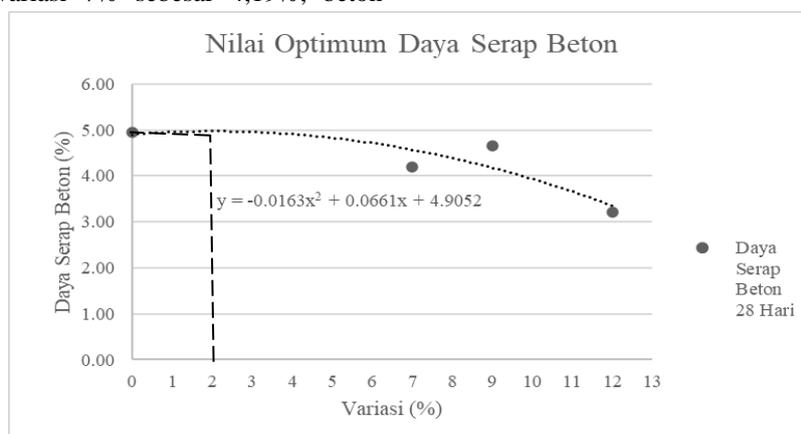
Gambar 7. Grafik Hubungan Daya Serap Beton Gabungan Dengan Umur Beton
Sumber: Hasil Perhitungan

Berdasarkan **Gambar 7** dapat dijelaskan bahwa terjadi nilai daya serap beton yang berbeda karena spesifikasi cangkang kerang sebagai substitusi pasir tidak memenuhi syarat kualitas standar pasir. Dari data ini maka pasir Lumajang yang berperan untuk memberikan kepadatan dalam campuran beton. Pada umur 14 hari beton memiliki daya serap beton yang berbeda-beda dari setiap variasi dengan jumlah perbedaan yang tidak terlalu signifikan yaitu 5,11% untuk beton normal, 4,50% untuk beton variasi 7%, 5,13% untuk beton variasi 9%, dan 3,22% untuk beton variasi 12%. Pada umur 28 hari beton daya serap beton maksimal, pada beton normal memiliki daya serap beton sebesar 4,94%, beton variasi 7% sebesar 4,19%, beton

variasi 9% sebesar 4,66%, dan 3,20% untuk beton variasi 12%. Berdasarkan hasil di atas, menunjukkan bahwa nilai daya serap beton tertinggi yaitu pada beton normal. Beton dengan campuran limbah cangkang kerang darah dapat menurunkan nilai daya serap beton pada variasi 7% sebesar 15,09%, variasi 9% sebesar 5,59% dan variasi 12% sebesar 35,14%.

Nilai Optimum Daya Serap Beton

Nilai Optimum kuat tekan beton dilakukan berdasarkan nilai maksimum pada umur 28 hari dapat dilihat pada **Gambar 8**.



Gambar 8. Grafik Pylinomial Nilai Optimum Daya Serap Beton
Sumber: Hasil Perhitungan

Gambar 8 menjelaskan data hasil daya serap beton dengan penambahan limbah cangkang kerang darah pada umur 28 hari diperoleh grafik *polynomial* dengan persamaan garis $y = -0,0163x^2 + 0,0661x + 4,9052$.

Dari persamaan garis tersebut dapat dicari nilai optimum campuran cangkang kerang darah tersebut. Agar didapat nilai y maksimum, maka:

$$\frac{dy}{dx} = 0 \longrightarrow -0,0163x^2 + 0,0661x + 4,9052$$

$$\frac{dy}{dx} = (2)(-0,0163x) + 0,0661 = 0$$

$$\frac{dy}{dx} = -0,0326x + 0,0661 = 0$$

$$x = \frac{0,0661}{0,0326} \longrightarrow x = 2,0276 \approx 2,0$$

Untuk dapat nilai y maksimum maka $x = 2,0$. Masukkan nilai x ke dalam persamaan:

$$y = -0,0163x^2 + 0,0661x + 4,9052$$

$$= -0,0163(2,0276)^2 + 0,0661(2,0276) + 4,9052$$

$$= 4,97\%$$

Kadar optimum daya serap beton dari penambahan cangkang kerang darah pada campuran beton yaitu sebesar 2,0% dengan daya serap beton 4,97%.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dari penelitian ini dapat dijabarkan kesimpulan sebagai berikut :

- Nilai kuat tekan beton rata-rata tertinggi yaitu dengan variasi campuran normal pada umur 28 hari yaitu sebesar 34,47 MPa, variasi campuran 7% sebesar 32,20 MPa, variasi campuran 9% sebesar 32,16 Mpa, dan variasi campuran 12% sebesar 32,56 MPa. Penggunaan substitusi pasir dengan limbah cangkang kerang darah berdampak menurunkan nilai kuat tekan beton rata-rata dan berat beton yang semakin ringan dari setiap penambahan jumlah variasi. Kuat tekan beton rata-rata mengalami penurunan dikarenakan gradasi cangkang kerang darah sebagai substitusi pasir tidak memenuhi syarat sebagai pasir beton normal sehingga berpengaruh terhadap berat isi, penyerapan dan nilai kuat tekan dengan beracuan terhadap penelitian terdahulu.
- Nilai daya serap beton tertinggi pada umur 28 hari dengan variasi campuran normal sebesar 4,94%, variasi campuran 7% sebesar 4,19%, variasi campuran 9% sebesar 4,66%, dan variasi campuran 12% sebesar 3,20%. Penggunaan substitusi pasir dengan limbah

cangkang kerang darah berdampak menurunkan nilai daya serap beton.

- Campuran yang memiliki nilai optimum pada nilai kuat tekan yaitu pada beton dengan variasi campuran 8,4% dengan nilai kuat tekan rata-rata sebesar 32,14 MPa dan nilai daya serap optimum dengan variasi campuran 2% dengan nilai rata-rata daya serap beton sebesar 4,97%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Arbi, M. H. (2015). *Pengaruh Substitusi Cangkang Kerang dengan Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton*. Lentera: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi, 147421.
- [2] Arioglu, Nihal, Girgin, C, dan Arioglu Ergin. 2006. *Evaluation of Ration between Splitting Tensile Strenght and Compressive Streinght for Concretes up to 120 MPa and its Application in Strenght Criterion*. ACI Material Journal November-Desember 2006 Title no. 103
- [3] Badan Standarisasi Nasional. 2000. *SNI 03-2834-2000 Tentang Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal*. Jakarta: Badan Standarisasi
- [4] Mulyono, Tri. 2005. *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Penerbit Andi
- [5] Permana, D. I., Gunarti, S., Setyowati, A., & Yulius, E. (2014). *Pengaruh penambahan tumbukan kulit kerang jenis Anadara granosa sebagai agregat halus terhadap kuat tekan beton K-225*. Bentang, 2(2).
- [6] Rahmadi, S., Abdi, F. N., & Haryanto, B. (2018, January). *Pengaruh Penambahan Serbuk Cangkang Kerang Terhadap Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Agregat Kasar Palu Dan Agregat Halus Pasir Mahakan*. In Prosiding Seminar Nasional Teknologi, Inovasi dan Aplikasi di Lingkungan Tropis (Vol. 1, No. 1, pp. 37-45).
- [7] Vitalis, V., Samsurizal, E., dan Supriyadi, A. *Pengaruh Tambahan Cangkang Kerang Terhadap Kuat Beton* (Doctoral dissertation, Tanjungpura University)
- [8] Zuraidah, S., La Ode Adi, S., & Hastono, K. B. (2017). *Limbah Cangkang Kerang Sebagai Subtitusi Agregat Kasar Pada Campuran Beton*. Jurnal Teknik Sipil Unitomo, 1(1).