

Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Keong Bakau Terhadap Kuat Tekan dan Kuat Tarik Belah Beton

Hernita Matana^{1.*}

Program Studi Teknik Sipil Universitas Kristen Indonesia Toraja, Kakondongan, Toraja Utara, Indonesia

Hernita_nink@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

KataKunci:

Cangkang Keong Bakau,
Kekuatan Tekan
Kekuatan Tarik Belah
Workability

ABSTRAK

Beton merupakan bahan gabungan yang terdiri dari agregat kasar dan halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan halus. Pengurangan faktor air semen (fas) dan penambahan *admixture pozzolanic* seperti (*silicafume*) sering digunakan untuk memodifikasi komposisi beton dan mengurangi pori-pori. Di Indonesia penambahan material tambahan pada campuran beton telah banyak digunakan. Bahan-bahan limbah di sekitar lingkungan dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah dalam campuran beton. Salah satu pemanfaatan material alternatif seperti limbah cangkang keong bakau. Keong bakau (*Telescopium telescopium*) banyak di jumpai di perairan payau dan merupakan hama di tambak. Cangkang keong bakau mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) dalam kadar yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan batu gamping, cangkang telur, keramik, atau bahan lainnya. Penelitian ini menguji kuat tekan dan tarik belah beton dengan menggunakan cangkang keong bakau yang dibakar lalu di tumbuk hingga jadi abu dan di ayak dengan menggunakan saringan no. 200 sebagai bahan tambah dalam pembuatan beton. Pembuatan benda uji ini dilakukan dengan menggunakan silinder berdiameter 15 cm dan tinggi 30 cm dengan variasi penambahan abu cangkang keong bakau 3%, 7% dan 10% dan akan dilakukan pengujian pada hari ke 3,7,14 dan 28. Berdasarkan analisis data dari hasil pengujian diperoleh kuat tekan pada umur 28 hari sebesar (33,404 MPa) pada variasi 10%, (29,818 MPa) variasi 7%, (27,648 MPa) variasi 3%, dan normal (25,855 MPa). Pada pengujian kuat tarik belah beton diperoleh hasil sebesar (3,090 MPa) variasi 10%, (2,807 MPa) variasi 7%, (2,689 MPa) variasi 3%, dan normal (2,642 MPa), menunjukkan bahwa penambahan abu cangkang keong bakau pada beton dapat menambah kuat tekan dan kuat tarik belah beton

Keywords:

Mangrove Snail Shell,
Compressive Strength
Tensile Strength
Fracture Toughness
Workability.

ABSTRACT

Concrete is a composite material consisting of coarse and fine aggregates mixed with water and cement as a binder and filler between the coarse and fine aggregates. Reduction of the water-to-cement ratio (w/c) and the addition of pozzolanic admixtures such as silica fume are often used to modify the composition of concrete and reduce its porosity. In Indonesia, the addition of additional materials to concrete mixes has been widely used. Waste materials in the surrounding environment can be utilized as additional materials in concrete mixes. One of the uses of alternative materials is the waste of mangrove snail shells. Mangrove snails (*Telescopium telescopium*) are commonly found in brackish waters and are pests in ponds. Mangrove snail shells contain calcium carbonate (CaCO_3) in higher amounts compared to limestone, eggshells, ceramics, or other materials. This study tested the compressive and tensile strength of concrete using burned and ground mangrove snail shells sifted with a No. 200 sieve as an additional material in concrete production. Test specimens were made using a cylinder with a diameter of 15 cm and a height of 30 cm with variations of mangrove snail shell ash addition at 3%, 7%, and 10%, and tests were conducted on days 3, 7, 14, and 28. Based on the data analysis of the test results, the compressive strength at 28 days was obtained as (33.404 MPa) at 10% variation, (29.818 MPa) at 7% variation, (27.648 MPa) at 3% variation, and normal (25.855 MPa). In the tensile strength test, the results obtained were (3.090 MPa) at 10% variation, (2.807 MPa) at 7% variation, (2.689 MPa) at 3% variation, and normal (2.642 MPa), indicating that the addition of mangrove snail shell ash to concrete can increase its compressive and tensile strength.

This is an open access article under the [CC-BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



I. Pendahuluan

Seiring dengan perkembangan waktu, Hampir pada setiap aspek pembangunan tidak dapat terlepas daripada suatu beton. Sebagai contoh pada suatu pekerjaan pembangunan jalan, gedung, jembatan serta pekerjaan pembangunan yang lain, hampir dari semua pekerjaan tersebut pekerjaan struktur ataupun yang lain tentunya terbuat dari beton, sehingga dapat disimpulkan bahwa semua pekerjaan struktur atau pekerjaan pembangunan lainnya tak lepas dari adanya suatu beton. Beton merupakan bahan gabungan yang terdiri dari agregat kasar dan halus yang dicampur dengan air dan semen sebagai pengikat dan pengisi antara agregat kasar dan halus. Sifat beton akan mengalami penurunan kekuatan akibat adanya bahan tambah semen, agregat, dan adanya pori-pori. Pengurangan faktor air semen (fas) dan penambahan *admixture pozzolanic* seperti (*silicafume*) sering digunakan untuk memodifikasi komposisi beton dan mengurangi pori-pori. Pengurangan fas mengakibatkan menurunnya porositas beton dan pori-pori, namun kelecakan beton juga akan berkurang sehingga sulit dikerjakan. Agar mudah dikerjakan maka perlu digunakan superplastisizer. Di Indonesia penambahan material tambahan pada campuran beton telah banyak digunakan, Bahan tambah digunakan untuk memodifikasi sifat dan karakteristik dari beton misalnya untuk meningkatkan kekuatan dan memperbaiki kinerja (*workability*) pada beton.

Bahan-bahan limbah di sekitar lingkungan dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambah dalam campuran beton. Salah satu usahanya adalah dengan pemanfaatan material alternatif seperti limbah cangkang keong bakau. Keong bakau (*telescopium telescopium*) merupakan salah satu jenis gastropoda yang hidup di hutan bakau, banyak di jumpai di perairan payau dan merupakan hama di tambak. Cangkang pada keong memiliki tiga lapisan yang berbeda, yaitu lapisan nacre yang merupakan lapisan paling dalam, tipis dan mengandung CaCO_3 yang keberadaannya menentukan penampakan warna pada cangkang keong, lapisan kedua disebut prismatic yang mengandung hampir 90% CaCO_3 dan letaknya vertikal, lapisan ketiga disebut periostracum yang terdiri dari zat tanduk (Suwignyo 2005). Tingginya kadar zat kapur dan zat tanduk pada cangkang keong bakau membuat rendemen cangkang menjadi paling tinggi dari pada rendemen daging dan rendemen jeroan (Isanabella 2012). Cangkang keong bakau mengandung kalsium karbonat (CaCO_3) dalam kadar yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan batu gamping, cangkang telur, keramik, atau bahan lainnya. Hal ini terlihat dari tingkat kekerasan cangkang kerang. Semakin keras cangkang, maka semakin tinggi kandungan kalsium karbonat (CaCO_3), (Anonim, 2012).

Pada penelitian sebelumnya berdasarkan analisis data dari hasil pengujian kuat tekan, pada umur 28 hari kuat tekan rata-rata penambahan abu cangkang keong akau 2% (29,34 MPa), 4% (27,27 MPa), dan 6% (31,23 MPa) sedangkan kuat tekan beton normal (25,76 MPa). Sehingga menunjukan bahwa penambahan abu cangkang keong bakau pada komposisi tertentu dapat menambah kuat tekan beton dan mempunyai nilai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal (Hendra Ono, 2021)

II. Metode

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kampus 2 Universitas Kristen Indonesia Toraja yang terletak di Sa'dan, Jl. Poros Rantepao-Palopo, Tallunglipu Matalo, Tallunglipu, Kabupaten Toraja Utara.

1. Bahan Penelitian

Adapun bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Cangkang keong bakau di Desa Buntu Kamiri, Kecamatan Ponrang, Kabupaten Luwu, Sulawesi Selatan
- Agregat halus dari Tapparan. Tapparan berada kurang lebih 12 km dari Makale, Kabupaten Tana Toraja
- Agregat kasar yang akan digunakan yaitu batu pecah yang berasal dari Eran Batu, Kecamatan Kesu', Kabupaten Toraja Utara

2. Alat Penelitian

Adapun alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

- d. Saringan seri standar mempunyai ukuran No.1 1/2, No. 1", No. 3/4", No.1/2", No. 3/8, No. 4, No. 8, No. 30, No. 50, No 100 dan No. 200 serta dilengkapi dengan tutup pan dan alat penggetar yang di gunakan untuk mengetahui gradasi agregat halus.
- f. Timbangan dengan ketelitian 0,1 gram dan 0,01 gram
- g. Sample splitter (alat pemisah)
- h. Mesin uji tekan hidrolik
- i. Labu ukur
- j. Oven
- k. Cetakan silinder dengan ukuran 15 cm x 30 cm.
- l. Penumpuk (tamper)
- m. Desikator
- n. Vacuum pump

3. Pelaksanaan Penelitian

Secara garis besar pelaksanaan penelitian meliputi :

- a. Metode Standar Nasional Indonesia (SK SNI 03-2834-2000) tentang tata cara pembuatan beton normal dan ASTM.
- b. Variasi penambahan abu cangkang keong Bakau sebanyak 3%, 7%, 10% diambil dari berat semen
- c. Penelitian menggunakan benda uji yang berupa silinder ukuran diameter 15 cm x 30 cm
- d. Pengujian beton dilakukan pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari

1) Uji Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan menggunakan Universal Testing Machine dengan kapasitas 1500 kN. Pengujian ini dilakukan berdasarkan ASTM C 469-02. Berdasarkan penelitian yang dilakukan sesuai standar (ASTM C 469-02) memberikan rumus sebagai berikut:

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

Dimana :

$f'c$ = Kuat Tekan Beton (kg/cm^2)

P = Beban Maksimum (kg)

A = Luas Penampang Benda Uji (cm^2)

2) Uji Kuat Tarik Belah

Beton merupakan material yang lemah terhadap tegangan tarik. Faktor pembentuk kekuatan tarik sama dengan kuat tekan hanya besarnya kuat tarik untuk beton normal pada umumnya adalah antara 9% - 15% dari kuat tekannya. Kekuatan tarik dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan percobaan belah silinder (*the split cylinder*) dimana silinder ukuran diameter 150 mm dan tinggi 300 mm diberikan beban tegak lurus terhadap sumbu longitudinalnya dengan silinder ditempatkan secara horisontal diatas pelat mesin percobaan. Benda uji terbelah dua pada saat dicapainya kekuatan tarik. Rumus Kuat Tarik belah beton :

$$f_{sp} = \frac{2P}{\pi \times L \times D} \quad (2)$$

Dimana :

f_{sp} = kuat Tarik belah (MPa)

P = beban pada waktu belah (N)

L = Panjang benda uji (mm)

D = diameter benda uji (mm)

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil pemeriksaan agregat halus

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Sifat karakteristik Agregat Halus

No	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi (ASTM)	Keterangan
1	Kadar air	4,501	0,5% – 5%	Memenuhi
Bobot Isi :				
2	Kondisi Lepas	1,217	0,2 – 1,9	Memenuhi
	Kondisi Padat	1,282	1,2 – 1,9	Memenuhi
3	Kadar Lumpur	3,2	0,2% - 6%	Memenuhi
4	Berat Jenis (<i>Bulk</i>)	2,116	1,6 – 3,1	Memenuhi
5	Berat Jenis Jenuh Kering	2,153	1,6 – 3,1	Memenuhi
6	Berat Jenis Semu	2,198	1,6 – 3,1	Memenuhi
7	Penyerapan (<i>Absorption</i>)	1762%	0,2% - 5%	Memenuhi

(Laboratorium Teknik Sipil UKI Toraja)

Pada Tabel 1 di atas terlihat bahwa hasil pengujian kadar lumpur agregat halus (pasir) sebesar 2,3% telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh ASTM yaitu antara 0,2%-6%. Begitupun bobot isi dalam kondisi padat sebesar 1,282 gr/cm³ dan bobot isi agregat dalam kondisi lepas sebesar 1,217 gr/cm³ juga telah memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh ASTM yaitu antara 1,2-1,9 gr/cm³.

2. Hasil pemeriksaan agregat kasar

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Sifat karakteristik Agregat Kasar

NO	Jenis Pengujian	Hasil Pengujian	Spesifikasi (ASTM)	Keterangan
1	Kadar Lumpur	3,08%	0,2% - 6%	Memenuhi
Bobot Isi :				
2	- Kondisi Padat	1556%	1,2% – 1,9%	Memenuhi
	- Kondisi Lepas	1485%	1,2% – 1,9%	Memenuhi
3	Kadar Air	1377%	0,5% – 5%	Memenuhi
4	Berat Jenis (<i>bulk</i>)	2683%	1,6% – 3,1%	Memenuhi
5	Bj. Jenuh Kering Permukaan (SSD)	2703%	1,6% – 3,1%	Memenuhi
6	Bj. Semu (Apparent)	2740%	1,6% – 3,1%	Memenuhi
7	Penyerapan	0,774%	0,2% - 5%	Memenuhi

(Laboratorium teknik Sipil UKI Toraja)

Pada Tabel 2 terlihat bahwa hasil pengujian kadar lumpur agregat kasar (*cipping*) asal Eran Batu sebesar 3,14% telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh ASTM yaitu antara 0,2%-6%. Begitupun bobot isi dalam

kondisi padat sebesar $1,556 \text{ gr/cm}^3$ dan bobot isi agregat dalam kondisi lepas sebesar $1,485 \text{ gr/cm}^3$ juga telah memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh ASTM yaitu antara $1,2-1,9 \text{ gr/cm}^3$.

3. Proporsi Campuran Beton Normal

Tabel 3. Proporsi Campuran Beton Normal Untuk 1 Buah Benda Uji Silinder

Semen	466 kg x 0,0053 x 1,2 m ³	2,964 kg
Air	205 kg x 0,0053 x 1,2 m ³	1,304 kg
Pasir	642 kg x 0,0053 x 1,2 m ³	4,084 kg
Batu pecah	963 kg x 0,0053 x 1,2 m ³	6,126 kg

4. Proporsi Campuran Beton dengan Bahan Tambah Abu Keong Bakau

Tabel 4. Proporsi Campuran Bahan Tambah Cangkang Keong Bakau 3% Untuk 1 Buah Benda Uji Silinder

Semen	466 kg x 0,0053 x 1,2 m ³	2,964 kg
Air	205 kg x 0,0053 x 1,2 m ³	1.304 kg
Pasir	642 kg x 0,0053 x 1,2 m ³	4,084 kg
Batu pecah	963 kg x 0,0053 x 1,2 m ³	6,126 kg
Keong bakau 3%	0.03 x 2,694 kg	0,088 kg

Tabel 5. Proporsi Campuran Bahan Tambah Cangkang Keong Bakau 7% Untuk 1 Buah Benda Uji Silinder

Semen	466 kg x 0,0053 x 1,2 m ³	2,964 kg
Air	205 kg x 0,0053 x 1,2 m ³	1.304 kg
Pasir	642 kg x 0,0053 x 1,2 m ³	4,084 kg
Batu pecah	963 kg x 0,0053 x 1,2 m ³	6,126 kg
Keong bakau 7%	0.07 x 2,964 kg	0,207 kg

Tabel 6. Proporsi Campuran Bahan Tambah Cangkang Keong Bakau 10% Untuk 1 Buah Benda Uji Silinder

Semen	466 kg x 0,0053 x 1,2 m ³	2,964 kg
Air	205 kg x 0,0053 x 1,2 m ³	1.304 kg
Pasir	642 kg x 0,0053 x 1,2 m ³	4,084 kg
Batu pecah	963 kg x 0,0053 x 1,2 m ³	6,126 kg
Keong	0.1 x 2,964 kg à Berat semen bakau 10%	0,296 kg

5. Hasil Perhitungan Kuat Tekan Beton

Berdasarkan hasil penelitian pelaksanaan pengujian kuat tekan beton dari benda uji silinder, maka kuat tekan beton dapat dihitung sebagai berikut (diambil contoh Uji Kuat Tekan umur 3 hari).

a. Beton Normal

$$\text{Luas Silinder (A)} = 17662.5 \text{ mm}^2$$

Beban Maksimum (P)

$$P_1 = 200000 \text{ N}$$

$$P_2 = 240000 \text{ N}$$

$$P_3 = 275000 \text{ N}$$

1. Pmax BN.1	= 200000 N	2. Pmax BN.2	= 240000 N
Kuat Tekan	$= \frac{200000}{17662.5}$	Kuat Tekan	$= \frac{240000}{17662.5}$
	= 11,323 MPa		= 13,588 MPa
3. Pmax BN.3	= 275000 N		
Kuat Tekan	$= \frac{275000}{17662.5}$		
	= 15,570 MPa		

b. Beton Bahan Tambah Cangkang

Keong Bakau 3%

Luas Silinder (A) = 17662.5 mm²

Beban Maksimum (P)

P1 = 215000 N

P2 = 280000 N

P3 = 285000 N

1. Pmax BT3.1	= 215000 N	2. Pmax BT.3.3	= 285000 N
Kuat Tekan	$= \frac{215000}{17662.5}$	Kuat Tekan	$= \frac{285000}{17662.5}$
	= 12,173 MPa		= 16,136 MPa
2. Pmax BT.3.2	= 285000 N		
Kuat Tekan	$= \frac{285000}{17662.5}$		
	= 15,583 MPa		

c. Beton Bahan Tambah Cangkang

Keong Bakau 7 % Luas Silinder (A) = 17662,5 mm²

Beban Maksimum (P)

P1 = 275000 N

P2 = 275000 N

P3 = 280000 N

1. Pmax BT.7.1	= 275000N	3. Pmax BT.7.3	= 280000 N
Kuat Tekan	$= \frac{275000}{17662.5}$	Kuat Tekan	$= \frac{280000}{17662.5}$
	= 15,570 MPa		= 15,853 MPa
2. Pmax BT.7.2	= 275000 N		
Kuat Tekan	$= \frac{275000}{17662.5}$		
	= 15,570 MPa		

d. Beton Bahan Tambah Cangkang

Keong Bakau 10 % Luas Silinder (A) = 17662.5 mm²

Beban Maksimum (P)

P1 = 290000 N

P2 = 300000 N

P3 = 310000 N

$$1. P_{\max} \text{ BT.10.1} = 290000 \text{ N}$$

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{290000}{17662.5} = 16,419 \text{ MPa}$$

$$2. P_{\max} \text{ BT.10.2} = 300000 \text{ N}$$

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{300000}{17662.5} = 16,985 \text{ MPa}$$

$$3. P_{\max} \text{ BT.10.3} = 310000 \text{ N}$$

$$\text{Kuat Tekan} = \frac{310000}{17662.5} = 17,551 \text{ MPa}$$

Hasil pengujian kuat tekan beton dengan penambahan abu cangkang keong pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 7. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 3 Hari

Kode	Umur (Hari)	Bahan Tambah	Berat (Kg)	Luas Silinder (mm ²)	Beban (N)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
BN 1	3	0%	12.103	17662.5	200000	11.323	13.494
BN 2			12.144	17662.5	240000	13.588	
BN 3			12.256	17662.5	275000	15.570	
BT3.1	3	3%	12.206	17662.5	215000	12.173	14.720
BT3.2			12.241	17662.5	280000	15.853	
BT3.3			12.307	17662.5	285000	16.136	
BT7.1	3	7%	12.217	17662.5	275000	15.570	15.664
BT7.2			12.300	17662.5	275000	15.570	
BT7.3			12.400	17662.5	280000	15.853	
BT10.1	3	10%	12.266	17662.5	290000	16.419	16.985
BT10.2			12.329	17662.5	300000	16.985	
BT10.3			12.477	17662.5	310000	17.551	

Tabel 8. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 7 Hari

Kode	Umur (Hari)	Bahan Tambah	Berat (Kg)	Luas Silinder (mm ²)	Beban (N)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
BN 1	7	0%	12.206	17662.5	330000	18.684	19.250
BN 2			12.277	17662.5	340000	19.250	
BN 3			12.378	17662.5	350000	19.816	
BT3.1	7	3%	12.232	17662.5	335000	18.967	19.439
BT3.2			12.383	17662.5	345000	19.533	
BT3.3			12.388	17662.5	350000	19.816	
BT7.1	7	7%	12.356	17662.5	340000	19.250	19.627
BT7.2			12.410	17662.5	350000	19.816	
BT7.3			12.410	17662.5	350000	19.816	
BT10.1	7	10%	12.290	17662.5	390000	22.081	22.364
BT10.2			12.303	17662.5	395000	22.364	
BT10.3			12.442	17662.5	400000	22.647	

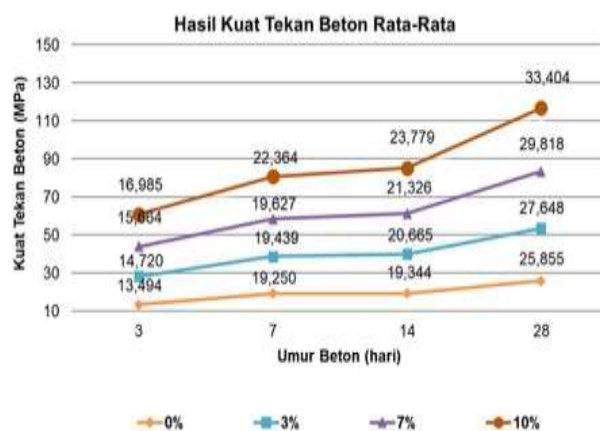
Tabel 9. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 14 Hari

Kode	Umur (Hari)	Bahan Tambah	Berat (Kg)	Luas Silinder (mm ²)	Beban (N)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
BN 1	14	0%	12.232	17662.5	325000	18.401	19.344
BN 2			12.278	17662.5	340000	19.250	
BN 3			12.284	17662.5	360000	20.382	
BT3.1	14	3%	12.261	17662.5	350000	19.816	20.665
BT3.2			12.342	17662.5	370000	20.948	
BT3.3			12.232	17662.5	375000	21.231	
BT7.1	14	7%	12.257	17662.5	350000	19.816	21.326
BT7.2			12.358	17662.5	380000	21.515	
BT7.3			12.386	17662.5	400000	22.647	
BT10.1	14	10%	12.316	17662.5	400000	22.647	23.779
BT10.2			12.352	17662.5	410000	23.213	
BT10.3			12.414	17662.5	450000	25.478	

Tabel 10. Hasil Uji Kuat Tekan Beton Umur 28 Hari

Kode	Umur (Hari)	Bahan Tambah	Berat (Kg)	Luas Silinder (mm ²)	Beban (N)	Kuat Tekan (MPa)	Rata-rata (MPa)
BN 1	28	0%	12.388	17662.5	475000	26.893	25.855
BN 2			12.391	17662.5	450000	25.478	
BN 3			12.475	17662.5	445000	25.195	
BT3.1	28	3%	12.370	17662.5	485000	27.459	27.648
BT3.2			12.490	17662.5	480000	27.176	
BT3.3			12.493	17662.5	500000	28.309	
BT7.1	28	7%	12.502	17662.5	545000	30.856	29.818
BT7.2			12.537	17662.5	495000	28.025	
BT7.3			12.590	17662.5	540000	30.573	
BT10.1	28	10%	12.565	17662.5	585000	33.121	33.404
BT10.2			12.593	17662.5	595000	33.687	
BT10.3			12.762	17662.5	590000	33.404	

Hubungan antara penambahan abu cangkang keong dengan kuat tarik belah beton rata-rata yang dapat dicapai dapat dilihat pada gambar grafik berikut :

**Grafik 1.** Hasil Kuat Tekan beton Rata-rata

6. Hasil Perhitungan Kuat Tarik Belah Beton

Berdasarkan hasil penelitian pelaksanaan pengujian kuat tarik belah beton dari benda uji silinder, maka kuat tekan beton dapat dihitung sebagai berikut (diambil contoh Uji Kuat Tekan umur 3 hari). a. Beton Normal
Luas silinder (A) = 17.662,5 mm² Beban maksimum (P) P₁ = 120000 N P₂ = 125000 N P₃ = 130000 N

a. Beton Normal

Luas silinder (A) = 17.662,5 mm²

Beban maksimum (P)

P₁ = 120000 N

P₂ = 125000 N

P₃ = 130000 N

$$\begin{aligned} 1. \quad P_{\max \text{ BN.1}} &= 120000 \text{ N} \\ \text{Kuat tarik belah } f'_{sp} &= \frac{2 \times 120000}{3,14 \times 300 \times 150} \\ &= 1,669 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \quad P_{\max \text{ BN.3}} &= 130000 \\ \text{Kuat tarik belah } f'_{sp} &= \frac{2 \times 130000}{3,14 \times 300 \times 150} \\ &= 1,840 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \quad P_{\max \text{ BN.2}} &= 125000 \text{ N} \\ \text{Kuat tarik belah } f'_{sp} &= \frac{2 \times 125000}{3,14 \times 300 \times 150} \\ &= 1,769 \text{ MPa} \end{aligned}$$

b. Beton Bahan Tambah Cangkang Keong Bakau 3%

Luas silinder (A) = 17.662,5 mm²

Beban maksimum (P)

P₁ = 120000 N

P₂ = 130000 N

P₃ = 135000 N

$$\begin{aligned} 1. \quad P_{\max \text{ BT3.1}} &= 120000 \text{ N} \\ \text{Kuat tarik belah } f'_{sp} &= \frac{2 \times 120000}{3,14 \times 300 \times 150} \\ &= 1,699 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 3. \quad P_{\max \text{ BT3.3}} &= 135000 \text{ N} \\ \text{Kuat tarik belah } f'_{sp} &= \frac{2 \times 150000}{3,14 \times 300 \times 150} \\ &= 1,991 \text{ MPa} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} 2. \quad P_{\max \text{ BT3.2}} &= 130000 \text{ N} \\ \text{Kuat tarik belah } f'_{sp} &= \frac{2 \times 130000}{3,14 \times 300 \times 150} \\ &= 1,840 \text{ MPa} \end{aligned}$$

c. Beton Bahan Tambah Cangkang Keong Bakau 7%

Luas silinder (A) = 17.662,5 mm²

Beban maksimum (P)

P₁ = 125000 N

P₂ = 135000 N

P₃ = 135000 N

$$\begin{aligned}
 1. \quad P_{\max} \text{ BT7.1} &= 125000 \text{ N} \\
 \text{Kuat tarik belah } f'_{sp} &= \frac{2 \times 125000}{3,14 \times 300 \times 150} \\
 &= 1,769 \text{ MPa}
 \end{aligned}
 \qquad
 \begin{aligned}
 3. \quad P_{\max} \text{ BT7.3} &= 135000 \text{ N} \\
 \text{Kuat tarik belah } f'_{sp} &= \frac{2 \times 135000}{3,14 \times 300 \times 150} \\
 &= 1,911 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \quad P_{\max} \text{ BT7.2} &= 135000 \text{ N} \\
 \text{Kuat tarik belah } f'_{sp} &= \frac{2 \times 135000}{3,14 \times 300 \times 150} \\
 &= 1,911 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

d. Beton Bahan Tambah Canggang Keong Bakau 10%

Luas silinder (A) = 17.662,5 mm²

Beban maksimum (P)

P1 = 130000 N

P2 = 135000 N

P3 = 150000 N

$$\begin{aligned}
 1. \quad P_{\max} \text{ BT10.1} &= 130000 \text{ N} \\
 \text{Kuat tarik belah } f'_{sp} &= \frac{2 \times 130000}{3,14 \times 300 \times 150} \\
 &= 1,840 \text{ MPa}
 \end{aligned}
 \qquad
 \begin{aligned}
 3. \quad P_{\max} \text{ BT10.3} &= 150000 \text{ N} \\
 \text{Kuat tarik belah } f'_{sp} &= \frac{2 \times 150000}{3,14 \times 300 \times 150} \\
 &= 2,123 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 2. \quad P_{\max} \text{ BT10.2} &= 135000 \text{ N} \\
 \text{Kuat tarik belah } f'_{sp} &= \frac{2 \times 135000}{3,14 \times 300 \times 150} \\
 &= 1,911 \text{ MPa}
 \end{aligned}$$

Hasil pengujian kuat tarik belah beton dengan penambahan abu cangkang keong pada umur 3 hari, 7 hari, 14 hari dan 28 hari dapat dilihat pada Tabel berikut :

Tabel 11. Hasil Uji Tarik Kuat Tekan Belah Beton Umur 3 Hari

Kode	Umur (Hari)	Bahan Tambah	Berat (Kg)	Dimensi		Beban (N)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Rata-rata (MPa)
				D (mm)	T (mm)			
BN 1	3	0%	12.175	150	300	120000	1.699	1.769
BN 2			12.230	150	300	125000	1.769	
BN 3			12.146	150	300	130000	1.840	
BT3.1	3	3%	12.194	150	300	120000	1.699	1.816
BT3.2			12.195	150	300	130000	1.840	
BT3.3			12.199	150	300	135000	1.911	
BT7.1	3	7%	12.201	150	300	125000	1.769	1.864
BT7.2			12.231	150	300	135000	1.911	
BT7.3			12.291	150	300	135000	1.911	
BT10.1	3	10%	12.416	150	300	130000	1.840	1.958
BT10.2			12.182	150	300	135000	1.911	
BT10.3			12.332	150	300	150000	2.123	

(Sumber : Laboratorium Teknik Sipil UKI Toraja)

Tabel 12. Hasil Uji Tarik Kuat Tekan Belah Beton Umur 7 Hari

Kode	Umur (Hari)	Bahan Tambah	Berat (Kg)	Dimensi		Beban (N)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Rata-rata (MPa)
				D (mm)	T (mm)			
BN 1	7	0%	12.288	150	300	140000	1.982	2.100
BN 2			12.253	150	300	145000	2.052	
BN 3			12.199	150	300	160000	2.265	
BT3.1	7	3%	12.293	150	300	135000	1.911	2.241
BT3.2			12.305	150	300	160000	2.265	
BT3.3			12.230	150	300	180000	2.548	
BT7.1	7	7%	12.341	150	300	150000	2.123	2.335
BT7.2			12.314	150	300	170000	2.406	
BT7.3			12.321	150	300	175000	2.477	
BT10.1	7	10%	12.250	150	300	180000	2.548	2.548
BT10.2			12.436	150	300	175000	2.477	
BT10.3			12.349	150	300	185000	2.619	

(Sumber : Laboratorium Teknik Sipil UKI Toraja)

Tabel 13. Hasil Uji Tarik Kuat Tekan Belah Beton Umur 14 Hari

Kode	Umur (Hari)	Bahan Tambah	Berat (Kg)	Dimensi		Beban (N)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Rata-rata (MPa)
				D (mm)	T (mm)			
BN 1	14	0%	12.282	150	300	100000	1.415	2.147
BN 2			12.318	150	300	175000	2.477	
BN 3			12.269	150	300	180000	2.548	
BT3.1	14	3%	12.304	150	300	150000	2.123	2.335
BT3.2			12.333	150	300	170000	2.406	
BT3.3			12.336	150	300	175000	2.477	
BT7.1	14	7%	12.380	150	300	175000	2.477	2.524
BT7.2			12.335	150	300	175000	2.477	
BT7.3			12.396	150	300	185000	2.619	
BT10.1	14	10%	12.456	150	300	180000	2.548	2.619
BT10.2			12.444	150	300	185000	2.619	
BT10.3			12.356	150	300	190000	2.689	

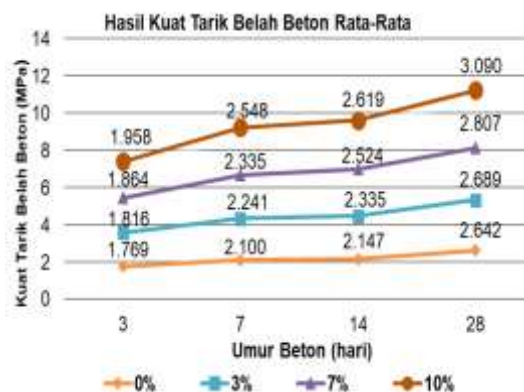
(Sumber : Laboratorium Teknik Sipil UKI Toraja)

Tabel 14. Hasil Uji Tarik Kuat Tekan Belah Beton Umur 28 Hari

Kode	Umur (Hari)	Bahan Tambah	Berat (Kg)	Dimensi		Beban (N)	Kuat Tarik Belah (MPa)	Rata-rata (MPa)
				D (mm)	T (mm)			
BN 1	28	0%	12.376	150	300	180000	2.548	2.642
BN 2			12.290	150	300	190000	2.689	
BN 3			12.247	150	300	190000	2.689	
BT3.1	28	3%	12.337	150	300	185000	2.619	2.689
BT3.2			12.397	150	300	190000	2.689	
BT3.3			12.417	150	300	195000	2.760	
BT7.1	28	7%	12.452	150	300	190000	2.689	2.807
BT7.2			12.453	150	300	205000	2.902	
BT7.3			12.381	150	300	200000	2.831	
BT10.1	28	10%	12.424	150	300	230000	3.255	3.090
BT10.2			12.465	150	300	210000	2.972	
BT10.3			12.519	150	300	215000	3.043	

(Sumber : Laboratorium Teknik Sipil UKI Toraja)

Hubungan antara penambahan abu cangkang keong dengan kuat tarik belah beton rata-rata yang dapat dicapai dapat dilihat pada gambar grafik berikut :



Grafik 2. Hasil Uji Kuat Tarik Belah Beton Rata-rata

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan sebagai berikut : Hasil uji kuat tekan pada ada umur 28 hari menunjukkan penambahan abu cangkang keong bakau 3% (27,648 MPa), 7% (29,818 MPa), dan 10% (33,404 MPa) sedangkan kuat tekan beton normal (26,04 MPa). Sehingga menunjukkan bahwa penambahan abu cangkang keong bakau dapat menambah kuat tekan beton dan mempunyai nilai kuat tekan lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal. Hasil uji kuat tarik belah beton rata-rata pada umur 28 hari menunjukkan penambahan abu cangkang keong bakau 3% (2,689 MPa), 7% (2,807 MPa), 10% (3,090 MPa), sedangkan kuat tarik belah beton normal (2,642 MPa). Sehingga menunjukkan bahwa penambahan abu cangkang keong bakau dapat menambah kuat tarik belah beton dan mempunyai nilai kuat tarik belah lebih tinggi dibandingkan dengan beton normal.

DAFTAR PUSTAKA

- Ade Sri Rezeki, Rahmi Karolina, (2013). Pengaruh Substitusi Abu Kulit Kerang Terhadap Sifat Mekanik Beton (Eksperimental). Universitas Sumatera Utara.
- Badan Standarisasi Nasional. 2000. SNI 03-2834-2000: Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton Normal. BSN. Jakarta.
- Badan Standarisasi Nasional. 2002. SNI 03- 2847-2002: Tata Cara Perhitungan Struktur Beton Untuk Bangunan Gedung. BSN. Bandung.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. SNI 03-2049-2004: Semen Portland. BSN. Jakarta.
- Departemen Pekerjaan Umum (SNI 03-2834-1992), Tata Cara Pembuatan Rencana Campuran Beton, Badan Standarisasi Nasional, Bandung.
- Fepy Supriani, (2013). Pengaruh Umur Beton Terhadap Kuat Tekan Beton Akibat Penambahan Abu Cangkang Lokan. Universitas Bengkulu.
- Heri Suprpto, (2008). Studi Sumber Agregat Halus Dan Pengaruhnya Dalam Pembuatan Beton Normal. Universitas Gunadarma.
- Hendra ono, (2021). Pengaruh Penambahan Abu Cangkang Keong Bakau Terhadap Kuat Tekan Beton. Universitas Kristen Indonesia Toraja.
- Kirno Marjuki, H Hafiludin, Haryo Triajieanalisa, (2012). Kandungan Gizi Dan Senyawa Bioaktif Keong Bakau (*Telescopium telescopium*) Di Perairan Sepulu Dan Socah Kabupaten Bangkalan. Universitas Trunojoyo Madura.
- Mulyono, Tri, (2003). Teknologi Beton. Penerbit ANDI Yogyakarta.
- Nelvia Adi Syafpoetri, Zulfikar Djauhari, Monita Olivia, (2018). Karakteristik Mortar Dengan Campuran Abu Kerang Lokan Dalam Rendaman NACL. Universitas Riau.

-
- Nugraha Paul, Antoni (2007). Penerbit ANDI Yogyakarta.
- Reny Akmalia, Monita Olivia, Alfian Kamaldi (2016). Kuat Tekan Dan Sorptivity Beton Dengan Serbuk Kulit Kerang (Anadara Granosa). Universitas Riau.
- Restu Andika, Hendramawat Aski Safarizki. (2019). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Dara (Anadara Granosa) Sebagai Bahan Tambah Dan Komplemen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. Universitas Veteran Bangun Nusantara.
- Revina Oktaviani, Monita Olivia, Ismeddyanto, (2016). Penggunaan Bubuk Kulit Kerang Darah Dan Lokan Sebagai Bahan Pengganti Semen. Universitas Riau.
- Rezeki Ade Sri, (2013). Pengaruh Substitusi Abu Kulit Kerang Terhadap Sifat Mekanik Beton. Universitas Sumatera Utara.
- Seprian Niccy, Made Sahandana, Aidil Fadli Ilhamdy, (2019). Pengaruh Perebusan Terhadap Karakteristik Asam Amino Dan Logam Berat Pada Daging Keong Bakau (*Telescopium Telescopium*). Universitas Maritim Raja Ali Haji.