

PEMANFAATAN LIMBAH KERANG DARAH SEBAGAI MATERIAL BUATAN AGREGAT KASAR BERDASARKAN NILAI KUAT TEKAN

Wawarisa Alnu Fistcar¹, Sri Rejeki Laku Utami², Aghni Fitriyanti³

^{1,2}Dosen Jurusan Teknik Sipil Universitas Selamat Sri (UNISS)

³Mahasiswa Jurusan Teknik Sipil, Universitas Selamat Sri (UNISS)

¹Wawarisaf@gmail.com

Abstrak

Pembangunan konstruksi dengan menggunakan beton lebih populer dibandingkan penggunaan material lain. Sebagai alternatif pemanfaatan limbah disekitar lingkungan, maka diperlukan inovasi campuran beton dengan material lain. Dalam penelitian ini kulit kerang darah sebagai bahan dasar agregat kasar campuran beton, dengan variasi kulit kerang darah 20%, 50% dan 80%. Pembuatan benda uji silinder ukuran 15 x 30 cm untuk diuji kuat tekan pada umur 7, 14 dan 28 hari. Eksperimen ini menggunakan mutu beton normal $F_c = 25$ MPa sebagai kontrol pembanding. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini 3 buah pada masing – masing variasi, serta menggunakan analisa frekuensi kuat tekan. Hasil dari penelitian beton tanpa penambahan material kulit kerang darah didapatkan kuat tekan 34,54 MPa. Beton dengan penambahan campuran 20% kulit kerang darah didapatkan kuat tekan 26,04 MPa, beton dengan campuran 50% kulit kerang darah didapatkan kuat tekan 17,55 MPa, serta beton dengan campuran 80% kulit kerang darah didapatkan kuat tekan 9,62 MPa. Sehingga semakin besar prosentase penambahan kulit kerang darah akan menurunkan kuat tekan, tetapi pada penambahan kulit kerang 20% masih memenuhi beton mutu rencana.

Kata kunci: Kulit kerang darah, Beton, Kuat tekan

Abstract

Construction of buildings using concrete is more popular than the use other materials. As an alternative to utilizing waste around the environment, it is necessary to innovate concrete mixtures with other materials. In this study, waste anadara granosa shell were used basic material for coarse aggregate in a concrete mixture, with variation andora granosa material 20%, 50% and 80%. Manufacture of cylindrical specimens measuring 15 x 30 cm to be tested for compressive strength at the age of 7, 14 and 28 days. This experiment uses normal concrete quality $F_c = 25$ MPa as a comparison control. The sample used in this study was 3 pieces in each variation, as well as using the compressive strength frequency analysis. The results of the concrete research without the addition waste anadara granosa shell a compressive strength is 34.54 MPa. Concrete with the addition of a mixture 20% anadara granosa shell a compressive strength 26,04 MPa, concrete with addition of a mixture 50% anadara granosa shell a compressive strength 17,55 MPa, and concrete with addition of mixture 80% anadara granosa shell a compressive strength 9,62 MPa. So that the greater the percentage of adding blood clamshells will reduce the compressive strength, but the addition of 20% shells still meets the design quality concrete.

Keywords : Anadara granosa shell, Concrete, Compressive streng

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi bahan untuk keperluan material konstruksi pada era sekarang sangat bervariasi, hal ini menuntut inovasi di bidang

teknologi konstruksi. yang menuntut kepedulian terhadap lingkungan. Berbagai riset dalam upaya menghasilkan inovasi untuk menghasilkan konstruksi yang berkualitas tetapi tetap memperhatikan aspek ramah lingkungan tidak

Pemanfaatan Limbah Kerang Darah Sebagai Material Buatan Agregat Kasar Berdasarkan Nilai Kuat Tekan

hanya sebatas menggunakan teknologi kontruksi saja, tetapi harus mulai menggunakan material limbah dari kontruksi serta limbah alam. Penelitian tentang limbah yang dimanfaatkan untuk bahan campuran beton telah banyak dilakukan misalnya penggunaan lumpur sidoarjo dijadikan matrial buatan berbasis pasta (Santoso et al., 2021). Lumpur sidoarjo telah mencapai semburan 130.000 m^3 (Mazzini, 2018) dan material dari semburan sebagian di buang ke laut, serata penelitian beton dicampur dengan serbuk besi pernah di teliti oleh (Ranjbar & Zhang, 2020). Penelitian lain tentang limbah yang dimanfaatkan untuk campuran beton adalah dari limbah laut, limbah kulit kerang dapat di jadikan alternatif untuk mengurangi limbah kulit kerang yang ada di Indonesia yang notabene luas wilayahnya sebagian besar adalah laut. Kulit kerang merupakan bagian dari kerang yang tidak bisa di konsumsi, sehingga hanya dibiarkan menumpuk menjadi limbah rumah tangga. Beberapa jenis kerang paling. Beberapa jenis kerang paling populer di Indonesia adalah kerang darah (Anadara granosa), kerang gelatik (Anadara pilula), kerang bulu (Anadara antiquata). Kerang darah terdapat di pantai laut pada substrat lumpur berpasir dengan kedalaman 10 m sampai 30 m (Ahmad, 2017). Penelitian tentang kerang darah yang dimanfaatkan untuk bahan material kontruksi pernah diteliti oleh (Irawan, 2014) dengan menggunakan campuran serbuk kerang dengan prosentase 14 % dapat menaikkan kuat tekan sebesar 7.36 % dari kuat tekan beton normal, serta disarankan cangkang kerang dihaluskan seperti serbuk semen. Dalam penelitian Kuo et al., tahun 2013 serbuk cangkang kerang dapat meningkatkan pengisian pori sebesar 5% untuk beton, Serta penelitian Fansuri et al tahun 2020 menghasilkan beton tanpa campuran kulit kerang mempunyai kuat karakteristik lebih tinggi dibandingkan dengan penambahan campuran kulit kerang sebagai pengganti semen. Semakin besar penambahan cangkang kulit kerang untuk material pengganti semen semakin menurun kuat tekan karakteristik tersebut. Peningkatan kuat tekan beton dengan campuran cangkang kerang 5% meningkatkan kuat tekan karakteristik sebesar 27,7% disebabkan oleh bahan kimia yang terkandung dalam cangkang dapat meningkatkan semen menjadi lebih optimum (Arbi, 2015). Dari beberapa penelitian tentang cangkang kerang darah untuk campuran beton, cangkang kerang dapat di jadikan material campuran beton karena campuran beton dengan penambahan cangkang

kerang darah dapat mencapai mutu beton yang direncanakan sebesar 25 MPa (Eddy samsurizal, 2017). Penurunan dan kenaikan pada beton dengan bahan tambah serbuk kerang darah dan komplemen terjadi akibat reaksi dari kandungan yang terdapat pada serbuk cangkang kerang darah yaitu CaO (*Kalsium Oksida*) sebesar 67,07% dan MgO (*Magnesium Oksida*) sebesar 22,65%. Senyawa (Andika & Safarizki, 2019). Dari senyawa yang terdapat pada cangkang kerang darah maka dapat menaikkan kuat tekan karakteristik beton jika campuran dan prosentase serbuk kerang dara optimal. Kerang darah juga digunakan sebagai material kontruksi jalan di campur dengan aspal untuk mengurangi penggunaan aspal sebagai lapisan *asphalt wearing course* (AC-WC) atau lapisan paling atas pada kontruksi jalan raya (*Flexible Pavement*), Menghasilkan prosentase semakin banyak penambahan cangkang kerang juga dapat menurunkan kualitas lapisan aspal (Sulianti et al., 2021). Dari semua penelitian tentang campuran kerang darah sebagai campuran material kontruksi belum di dapatkan prosentase optimum dari serbuk kerang darah agar dapat menaikkan mutu material beton. Peneliti mencoba dengan menggunakan beton normal $F_c = 25 \text{ MPa}$ sebagai kontrol dengan variasi campuran kerang dengan prosentase 20 %, 50% Serta 80%.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini berskala laboratorium, untuk kegiatan pembuatan benda uji dan pengujian kuat tekan beton dilaksanakan di PT Tugu Beton Semesta Abadi yang terletak di Jl. Pelabuhan Kendal No. 100, Desa Wonorejo, Kec. Kaliwungu, Kab. Kendal, Jawa Tengah-Indonesia.

Penumbukan Cangkang kerang, Kegiatan penumbukan cangkang kerang darah dari limbah cangkang kerang yang berukuran besar menjadi pecahan cangkang kerang yang tidak beraturan berukuran antara 10-20 mm bertujuan untuk meningkatkan nilai kuat tekan beton. Dapat dilihat pada **Gambar 1**



Pemanfaatan Limbah Kerang Darah Sebagai Material Buatan Agregat Kasar Berdasarkan Nilai Kuat Tekan

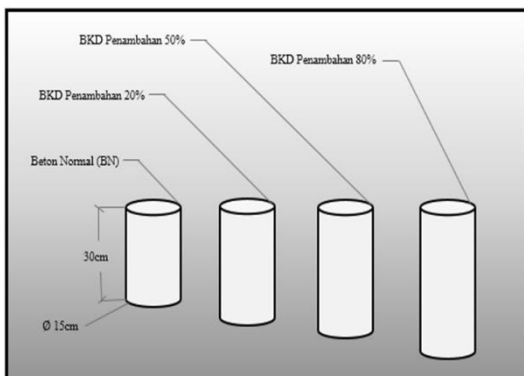
Gambar 1. Kulit kerang darah sebelum dan sesudah di haluskan.

Dalam pembuatan benda uji presentase penambahan limbah cangkang kerang darah (KD) dalam campuran beton untuk bahan pengganti agregat kasar (Batu Split) menggunakan presentase penambahan 0%, 20%, 50%, dan 80 %.

Benda uji yang akan digunakan pada penelitian ini berbentuk silinder dengan ukuran tinggi 30 cm dan lebar 15 cm, dengan total seluruh sampel benda uji berjumlah 12 buah silinder, pengujian yang akan dilakukan yaitu uji kuat tekan beton. Dari perencanaan campuran beton tiap 1 m³ membutuhkan berat total material yakni sebanyak 2375 kg/m³. Proporsi Campuran untuk 0,00529 m³ (1 Silinder) beton :

- a. Semen Portland = 1,873 kg/m³
- b. Air = 1,086 kg/m³
- c. Agregat Halus = 5,102 kg/m³
- d. Agregat Kasar = 4,524 kg/m³

Tiap satu cetakan silinder membutuhkan berat total matrial yakni sebesar 12,585 kg/m³ Ilustrasi dari model benda uji dilihat pada **Gambar 2**.

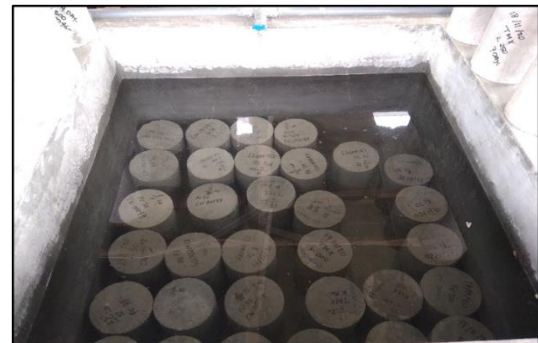


Gambar 2. Prosentase penambahan campuran kulit kerang darah.

Pembuatan benda uji dilakukan dengan urutan Persiapan alat dan bahan ,pengadukan beton segar, uji slump test, pengecekan berat isi beton segar, pembuatan benda uji. Setelah benda uji di buat tahap selanjutnya adalah melakukan perawatan benda uji. Perawatan benda uji dilakukan dengan cara perendaman yakni beton silinder yang sudah di buka dari cetaknya kemudian direndam kedalam air dalam bak perendaman yang terbuat dari cor ataupun ember besar. Perawatan benda uji dimaksudkan untuk menghindari penguapan air pada benda uji.

Gambar 3 adalah proses curing. Setelah benda uji melewati masa perawatan pada umur 7 hari 4 buah sampel benda uji bisa di tes untuk mengetahui nilai kuat tekannya, 4 sampel pada

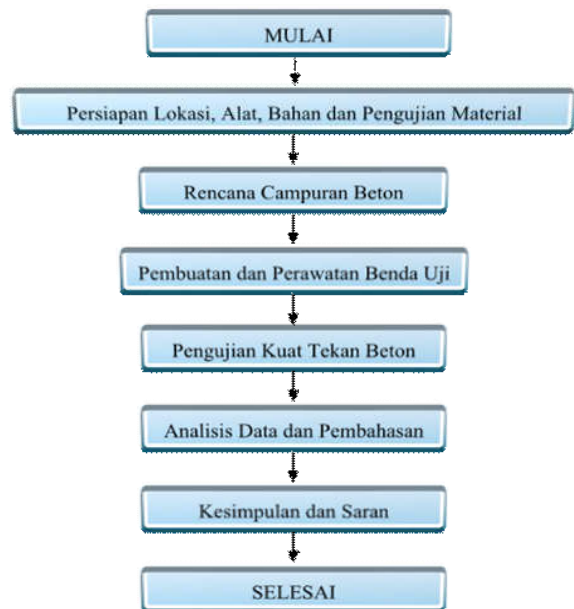
beton akan di uji ketika beton sudah berumur 14 hari, dan sisanya 4 buah sampel akan di uji setelah beton berumur 28 hari. Pengujian dilakukan menggunakan mesin kuat tekan



hidrolik, mesin hidrolik

Gambar 3. Proses curing

Untuk lebih jelas alur penelitian disajikan dalam bentuk diagram alir pada **Gambar 4**.



Gambar 4. Bagan alir proses penelitian

3. Hasil dan Pembahasan

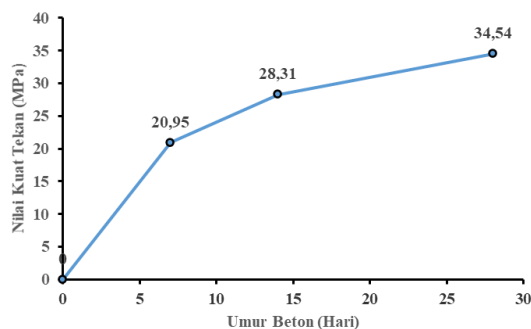
Pengujian kuat tekan beton dilakukan ketika benda uji berumur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Uji kuat tekan dilakukan dengan menggunakan mesin kuat tekan hidrolik pada benda uji sebanyak 12 buah dengan masing-masing 3 sampel pada tiap varian campuran beton. Benda uji berbentuk silinder dengan tinggi 30 cm dan lebar 15 cm. Sebelum pengujian dilakukan, benda uji diangkat dari bak rendaman (Curing) pada umur 6 hari, 13 hari, dan 27 hari. Dan ketika benda uji sudah siap untuk dilakukan

Pemanfaatan Limbah Kerang Darah Sebagai Material Buatan Agregat Kasar Berdasarkan Nilai Kuat Tekan

pengujian pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari kemudian pada bagian atas benda uji diberi capping dengan belerang agar permukaan bidang tekan menjadi rata sehingga beban yang diterima dapat terdistribusi secara merata.

a. Beton Normal (BN)

Beton normal merupakan benda uji dengan komposisi campuran beton mutu $f_c = 25$ MPa tanpa perlakuan penambahan/penganti apapun yakni murni memakai komposisi air, semen, pasir, dan batu split. Karena proporsi campuran dari beton trial mix dan beton normal sama, maka peneliti memakai data hasil pengujian beton trial mix untuk acuan data hasil penelitian pengujian beton normal. Beton normal digunakan sebagai kontrol. Dari hasil pengujian kuat tekan beton normal menunjukkan nilai kuat tekan beton umur 7 hari menghasilkan nilai 20,95 MPa, dan beton berumur 14 hari menghasilkan nilai kuat tekan 28,31 MPa, dari hasil perbandingan kuat tekan beton umur 7 hari dan 14 hari, kuat tekan beton mengalami peningkatan kuat tekan sebesar 26%, dan untuk hasil uji kuat tekan beton maksimum pada umur 28 hari menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 34,54 MPa, nilai kuat tekan tersebut mengalami peningkatan sebesar 18% dari beton umur 14



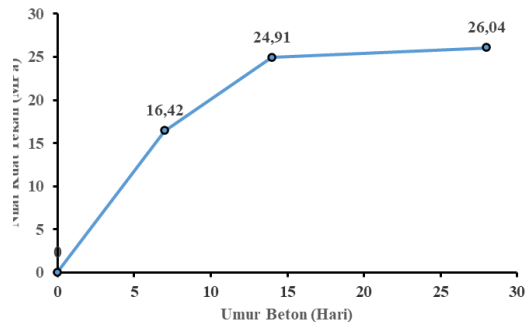
hari. Dapat dilihat pada **Gambar 5**.

Gambar 5. Grafik hasil uji kuat tekan pada beton normal (BN)

b. Beton 20 % Kulit Kerang Darah (BKD 1)

Dari hasil pengujian kuat tekan beton kerang darah 20% menunjukkan nilai kuat tekan beton berumur 7 hari menghasilkan nilai 16,42 MPa, dan beton berumur 14 hari menghasilkan nilai kuat tekan 24,91 MPa, Dari hasil perbandingan kuat tekan beton berumur 7 hari dan 14 hari, kuat tekan beton mengalami peningkatan sebesar 34%, dan untuk hasil uji kuat tekan beton maksimum pada umur 28 hari menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 26,04 MPa, naik sebesar 4% dari beton umur 14 hari. Dari hasil diatas beton dengan campuran 20 % kulit kerang darah masih

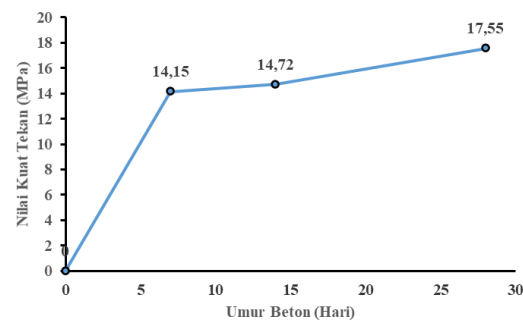
dapat digunakan dalam beton untuk kontruksi karena masih memenuhi kekuatan pada control $f_c = 25$ MPa, tetapi terjadi penurunan kuat tekan karakteristik dari beton normal. Hasil uji tekan dapat dilihat pada **Gambar 6**.



Gambar 6. Grafik hasil uji tekan pada beton + 20% Kulit kerang darah (BKD 1)

c. Beton 50 % Kulit Kerang Darah (BKD 2)

Dari hasil pengujian kuat tekan beton kerang darah 50%, menunjukkan nilai kuat tekan beton berumur 7 hari menghasilkan nilai 14,15 MPa, dan beton berumur 14 hari menghasilkan nilai kuat tekan 14,72 MPa. Dari hasil perbandingan kuat tekan beton berumur 7 hari dan 14 hari, kuat tekan beton mengalami peningkatan sebesar 0%, dan untuk hasil uji kuat tekan beton maksimum pada umur 28 hari menghasilkan nilai kuat tekan sebesar 17,55 MPa, naik sebesar 19% dari beton umur 14 hari. Hasil uji tekan dapat dilihat pada **Gambar 7**.



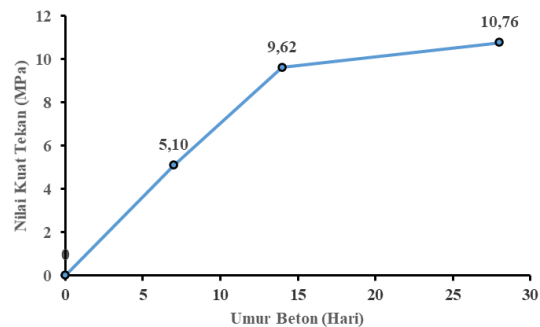
Gambar 7. Grafik hasil uji tekan pada beton + 50% Kulit kerang darah (BKD 2)

d. Beton 80 % Kulit Kerang Darah (BKD 3)

Dari hasil pengujian kuat tekan beton kerang darah 80%, menunjukkan nilai kuat tekan beton berumur 7 hari menghasilkan nilai 5,10 MPa, dan beton berumur 14 hari menghasilkan nilai kuat tekan 9,62 MPa, Dari hasil perbandingan kuat tekan beton berumur 7 hari dan 14 hari, kuat tekan beton mengalami peningkatan sebesar

Pemanfaatan Limbah Kerang Darah Sebagai Material Buatan Agregat Kasar Berdasarkan Nilai Kuat Tekan

47%, dan untuk hasil uji kuat tekan beton maksimum pada umur 28 hari menghasilkan nilai



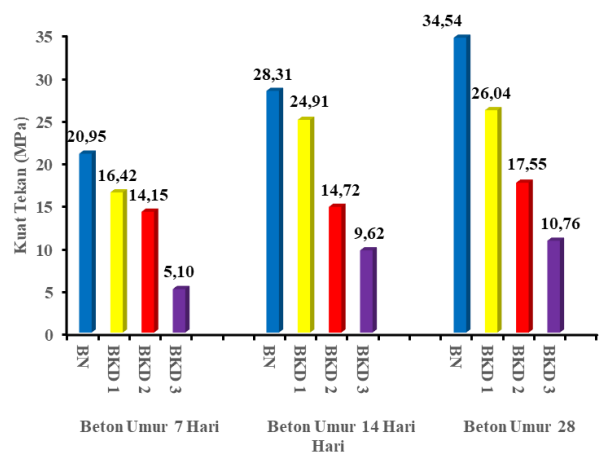
kuat tekan sebesar 10,76 MPa, naik sebesar 11% dari beton umur 14 hari. Hasil uji tekan dapat dilihat pada **Gambar 8**

Gambar 8. Grafik hasil uji tekan pada beton + 80% Kulit kerang darah (BKD 3)

Rekapitulasi hasil

Perbandingan hasil pengujian kuat tekan pada tiap-tiap varian benda uji bertujuan untuk melihat dan membandingkan beton normal dengan beton perlakuan penambahan agregat tumbukan limbah cangkang kerang. Dari hasil analisa menunjukkan pada pengujian benda uji umur 7 hari Beton Normal (BN) mendapatkan hasil nilai kuat tekan paling tertinggi dengan nilai 20,95 MPa, Beton Kerang Darah 20% (BKD 1) 16,42 MPa, Beton Kerang Darah 50% (BKD 2) 14,15 MPa, dan Beton Kerang Darah 80% (BKD 3) mendapatkan hasil yang paling rendah dengan hasil nilai kuat tekan 5,10 MPa. Untuk hasil pengujian 14 hari Beton Normal (BN) mendapatkan hasil nilai kuat tekan paling tertinggi dengan nilai kuat tekan 28,31 MPa, Beton Kerang Darah 20% (BKD 1) 24,91 MPa, Beton Kerang Darah 50% (BKD 2) 14,72 MPa, dan Beton Kerang Darah 80% (BKD 3) mendapatkan hasil yang paling rendah dengan hasil nilai kuat tekan 9,62 MPa. Untuk hasil pengujian 28 hari Beton Normal (BN) memperoleh hasil yang tertinggi dengan hasil kuat tekan 34,54 MPa, Beton Kerang Darah 20% (BKD 1) 26,04 MPa, Beton Kerang Darah 50% (BKD 2) 17,55 MPa dan Beton Kerang Darah 80% (BKD 3) mendapatkan hasil kuat tekan 10,76 MPa. Hasil uji dari penelitian untuk beton dengan campuran 20% telah mencapai rencana mutu beton $f_c = 25$ MPa. Akan tetapi untuk beton penambahan agregat kasar Kerang Darah (KD) sebesar 50% tidak mencapai mutu beton $f_c = 25$ MPa, hanya mencapai titik tinggi uji tekan 17,55 MPa. Sedangkan untuk campuran 80% juga tidak mencapai mutu beton rencana MPa,

beton uji kerang darah (BKD 3) uji kuat tekannya sebesar 10,76 MPa. Dapat disimpulkan bahwa semakin banyak tambahan agregat kasar kerang darah (KD) maka nilai uji kuat tekannya akan semakin menurun. Sehingga bila untuk campuran agregat kasar lebih baik menggunakan persentase campuran kerang darah 20%. Hal ini dikarenakan untuk mencapai mutu beton agar sesuai rencana $f_c = 25$ MPa. Hasil analisa dari perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton perlakuan kerang darah untuk pengujian 7 hari menunjukkan beton BKD 1 mengalami penurunan sebesar 22%, BKD 2 sebesar 32%, dan BKD 3 sebesar 76%. Analisa perbandingan kuat tekan beton normal dengan beton perlakuan kerang darah untuk pengujian 14 hari menunjukkan beton BKD 1 mengalami penurunan sebesar 12%, BKD 2 sebesar 48%, dan BKD 3 sebesar 66%. Perbandingan kuat tekan beton maksimum untuk Beton Normal dengan Beton Kerang Darah dalam pengujian 28 hari menunjukkan beton BKD 1 mengalami penurunan sebesar 25%, BKD 2 sebesar 49%, dan BKD 3 sebesar 69% dibanding BN. Dari seluruh hasil pengujian kuat tekan beton pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari. Maka hasil perbandingan nilai kuat tekan beton kerang darah 20%, 50%, dan 80% dengan beton normal, seluruh benda uji mengalami penurunan nilai kuat tekan betonnya. Karena semakin banyak penambahan cangkang kerang darah maka nilai kuat tekannya akan semakin menurun, Penurunan kuat tekan dipengaruhi oleh kandungan cangkang kerang yang ada pada campuran beton dikarenakan persentase yang dipakai untuk bahan campuran cangkang kerang ini terlalu banyak, hal ini dapat menurunkan nilai



kuat tekan pada beton. Rekapitulasi hasil kuat tekan karakteristik disajikan pada **Gambar 9** dan **Tabel 1**.

Pemanfaatan Limbah Kerang Darah Sebagai Material Buatan Agregat Kasar Berdasarkan Nilai Kuat Tekan

Gambar 9. Rekapitulasi hasil kuat tekan.

3. Kesimpulan dan Saran

Hasil dari pengujian kuat tekan beton pada tiap-tiap varian campuran beton yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Penambahan cangkang kerang darah yang terlalu banyak maka akan menurunkan nilai kuat tekan pada beton, pada persentase campuran 50% dan 80%.
2. Perbandingan campuran adukan beton 1:3:3 dimana 1 adalah semen, 3 adalah pasir, 3 adalah campuran batu dan cangkang kerang 20%, dengan faktor air semen (fas) 0,58 untuk mutu beton F_c 25 MPa melebihi dari nilai kuat tekan beton yang direncanakan, hal ini sangat baik untuk spesifikasi dari segi konstruksi bangunan.
3. Campuran agregat kerang darah, terlalu banyak mengakibatkan beton tidak mencapai uji kuat tekan beton rencana pada variasi campuran 50% yaitu sebesar 17,55 MPa, sedangkan 80% yaitu sebesar 10,76 Mpa.

Saran

Berdasarkan kesimpulan diatas maka penulis bisa memberikan saran sebagai berikut:

1. Penggunaan limbah cangkang kerang darah sebagai bahan campuran beton tidak disarankan untuk bahan bangunan kontruksi yang menahan beban berat, karena semakin banyak penambahan cangkang kerang darah maka nilai kuat tekannya akan semakin menurun, akan tetapi limbah cangkang kerang darah bisa direkomendasikan sebagai Beton Precast.
2. Dilakukan penelitian dengan variasi campuran lebih banyak, agar mendapatkan hasil yang lebih optimal

Daftar Pustaka

Ahmad, I. (2017). PEMANFAATAN LIMBAH CANGKANG KERANG DARAH (Anadara granosa) SEBAGAI BAHAN ABRASIF DALAM PASTA GIGI Utilization of Waste Shells of Blood (Anadara granosa) as Abrasive Ingredients in Toothpaste. *Jurnal Galung Tropika*, 6(April), 49–59. <https://jurnalpertanianumpar.com/index.php/jgt/article/view/210/163>

- Andika, R., & Safarizki, H. A. (2019). Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Dara (Anadara Granosa) Sebagai Bahan Tambah Dan Komplemen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *MoDuluS: Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil*, 1(1), 1. <https://doi.org/10.32585/modulus.v1i1.374>
- Arbi, M. hasbi. (2015). *AGREGAT HALUS TERHADAP KUAT TEKAN BETON*. 15(15), 124–128.
- Eddy samsurizal, dan A. S. (2017). *PENGARUH TAMBAHAN CANGKANG KERANG TERHADAP KUAT BETON Vitalis , 1) Eddy Samsurizal, 2) dan Asep Supriyadi 2) Abstrak*. 1–9.
- Fansuri, S., Diana, A. I. N., & Desharyanto, D. (2020). Use of a Mixture of Local Shellfish Powder as a Partial Replacement for Cement in the Concrete Manufacture. *Jurnal Teknik Sipil*, 2(1), 15–20.
- Irawan, S. R. (2014). Pemanfaatan Limbah Kulit Kerang Sebagai Substitusi Pasir dan Abu Ampas Tebu Sebagai Substitusi Semen Pada Campuran Beton Mutu K-225. *Jurnal Teknik Sipil Dan Lingkungan*, 2(3), 308–313.
- Kuo, W. Ten, Wang, H. Y., Shu, C. Y., & Su, D. S. (2013). Engineering properties of controlled low-strength materials containing waste oyster shells. *Construction and Building Materials*, 46, 128–133. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2013.04.020>
- Mazzini, A. (2018). 10 years of Lusi eruption: Lessons learned from multidisciplinary studies (LUSI LAB). *Marine and Petroleum Geology*, 90(xxxx), 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.marpetgeo.2017.12.025>
- Ranjbar, N., & Zhang, M. (2020). Fiber-reinforced geopolymer composites: A review. *Cement and Concrete Composites*, 107(December 2019), 103498. <https://doi.org/10.1016/j.cemconcomp.2019.103498>
- Santoso, T. B., Prastyanto, C. A., & Ekaputri, J. J. (2021). *Pemanfaatan Lumpur Sidoarjo dan Fly Ash Sebagai Material Buatan Berbasis Pasta Berdasarkan Nilai Kuat Tekan dan Keausan*. 19, 39–44.
- Sulianti, I., Indah, I., Wiloka, A., & Iftitah, R. (2021). *The Influence of Anadara Granosa 's Shell Waste as a Substitute of Fine Aggregate in Mixed Asphalt Concrete*

Pemanfaatan Limbah Kerang Darah Sebagai Material Buatan Agregat Kasar
Berdasarkan Nilai Kuat Tekan

Wearing Course (AC-WC). 7, 273–279.

Tabel 1 Rekapitulasi hasil kuat tekan

No	Kode Benda Uji	Umur Beton (Hari)	Gaya Tekan (kN)	Kuat Tekan (MPa)
1	BN	7	370	20,95
2	BN	14	500	28,31
3	BN	28	610	34,54
4	BKD 1	7	290	16,42
5	BKD 1	14	440	24,91
6	BKD 1	28	460	26,04
7	BKD 2	7	250	14,15
8	BKD 2	14	260	14,72
9	BKD 2	28	310	17,55
10	BKD 3	7	90	5,10
11	BKD 3	14	170	9,62
12	BKD 3	28	190	10,76