



Pengaruh Cangkang Kerang Laut Terhadap Kuat Tekan Beton

Neti Rahmawati^{1*}, Irwan Lakawa², Sulaiman³

¹Dinas Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Kabupaten Wakatobi

²Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

³Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Sulawesi Tenggara

*Corresponding Author: rahmawatineti84@gmail.com

ARTICLE INFO

Keywords:

Additive, Concrete, Compressive Strength, Shell Powder

How to cite:

Neti Rahmawati, Irwan Lakawa, Sulaiman (2021). Pengaruh Cangkang Kerang Laut Terhadap Kuat Tekan Beton.

Sultra Civil Engineering Journal, Vol. 2(1)

Abstracting and Indexing:

- Google Scholar

ABSTRACT

Concrete is one of the most widely used building materials today in terms of physical construction. Concrete is made from a mixture of fine, coarse aggregate, cement, and water with a certain ratio, as well as materials that are usually added to the concrete mixture during or during mixing, to changing the properties of concrete to make it more suitable in certain jobs and more economical, can also be added with certain other mixed materials as needed if deemed necessary. Seashells can be used to mix concrete. This study aims to determine whether the addition of shells aggregate shells in a concrete mixture can affect the mechanical properties of concrete. The specimens used are in the form of cubes with a size of 15cm x 15 cm x 15 cm, consisting of additional concrete coarse and fine aggregate with shell substitution percentage of 0%, 15%, 20% with a total sample of 45, with the planned concrete quality of K_{225} . The use of sea shells in increasing the compressive strength of concrete is better used as fine aggregate than coarse aggregate. The use of sea shells as a substitute for fine aggregates achieves maximum results at 20% composition.

Copyright © 2021 SCiEJ. All rights reserved.

1. Pendahuluan

Banyaknya sisa cangkang kerang disekitar perkampungan nelayan yang tidak dimanfaatkan karena dianggap tidak dapat didaur ulang. Selama ini hanya cangkang kerang yang bagus yang di dimanfaatkan sebagai hiasan dinding hasil kerajinan. Cangkang sendiri keras dan mudah didapat di daerah Wakatobi. Sisanya yang tidak bagus dibuang disekitar bibir pantai. Hal inilah yang mendorong penyelamatan ekosistem alam dengan memanfaatkan limbah sisa cangkang kerang untuk pemuatan beton dengan optimalisasi pemanfaatan limbah cangkang kerang ini diharapkan akan mengurangi limbah yang mencemari ekosistem alam

Perkembangan zaman era globalisasi yang semakin maju menimbulkan perkembangan teknologi konstruksi yang semakin pesat. Perkembangan teknologi konstruksi diperlukan agar kebutuhan akan bahan yang dibutuhkan tersedia dengan mudah dan cepat. Namun, dalam perkembangan teknologi konstruksi menimbulkan beberapa sisi positif maupun negatif dalam pelaksanaannya. (Soelarso.,dkk 2016).

Secara umum bahwa pertumbuhan dan perkembangan konstruksi di Indonesia cukup pesat. Hampir sebagian besar material yang digunakan dalam pekerjaan konstruksi adalah

beton (*Concrete*) yang dipadukan dengan baja (*composite*) atau jenis lainnya. Konstruksi beton dapat dijumpai dalam pembuatan gedung – gedung, jalan bendungan, saluran air dan lain – lain. Konstruksi beton dapat dibagi menjadi dua bagian berdasarkan fungsinya, yaitu konstruksi bawah dan atas. Beton merupakan campuran antara semen Portland atau semen hidrolik lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air dengan atau tanpa bahan tambah. (Rahmadi,2017).

2. Tinjauan Pustaka

A. Beton

Beton normal merupakan jenis bahan konstruksi yang paling banyak digunakan, baik pada bangunan pemerintah maupun bangunan masyarakat. Secara enjineriing, beton ini ditetapkan sebagai beton yang mempunyai kekuatan tekan antara 17 Mpa sampai 40 Mpa dan mempunyai berat isi 2200 kb /m³ sampai 2500 kg/m³.

Guna menghasilkan beton normal, material yang umum digunakan berupa agregat alami (Kerikil dan pasir) atau batu pecah yang berfungsi untuk mengisi dan pasta semen yang berfungsi untuk mengikat. Agregat merupakan produk alam yang memiliki beraneka ragam ariasi mutu dan gradasi, oleh karnanya agar dapat digunakan sebagai bahan pembentuk beton, agregat haruslah memenuhi persyaratan yang ditetapkan dalam suatu standar rancang campuran beton (*Mix design*)(Alkhaly, 2016).

Beton adalah bahan komposit yang merupakan campuran antara semen, agregat (kasar dan halus) dan air, yang mengeras menjadi benda padat sesuai fungsi waktu. Kelebihan beton diantaranya adalah kuat menahan tekanan dan kemudahannya untuk dibentuk, menjadikannya sebagai bahan konstruksi yang banyak digunakan dalam struktur bangunan. Salah satu kelemahan beton adalah berat sendirinya yang cukup besar, disebabkan oleh agregat yang menempati (60 – 75 %) dari volume total beton apabila dibandingkan dalam campuran beton yang lain (kurniawan, D. 2017).

Penggunaan beton pada struktur bangunan masih menjadi pilihan utama dikarenakan sifatnya yang mampu memikul beban yang berat serta tahan terhadap temperatur yag tinggi. Kekuatan dan daya tahan (durabilitas) beton dipengaruhi oleh kualitas semen, proporsi semen terhadap campuran, kekuatan dan kebersihan agregat interaksi atau adhesi antara pasta semen dengan agregat, pencampuran yang cukup dari bahan – bahan pembentuk beton, penempatan dan pemadatan beton yang diekspos dan 1 % bagi beton yang tidak diekspos (Mulyono, 2004 dalam Syahpoetri dkk, 2018).

Pada umumnya beton sering digunakan sebagai struktur dalam konstruksi suatu bangunan. Dalam Teknik Sipil, beton digunakan untuk bangunan pondasi, kolom, balok dan plat lantai, dll, menurut (Mulyono,2005 dalam Andika, 2019) terdapat beberapa jenis beton yang dipakai dalam konstruksi suatu bangunan yaitu sebagai berikut:

- Beton normal adalah beton yang menggunakan agregat normal.
- Beton bertulang adalah beton yang menggunakan tulangan dengan jumlah yang luas tulangan tanpa pratekan dan direncanakan berdasarkan asumsi bahwa kedua material bekerja secara bersama – sama dalam menahan gaya yang bekerja.
- Beton pracetak adalah beton yang elemen betonnya tanpa atau dengan tulangan yang dicetak ditempat yang berbeda dari posisi akhir elemen dalam struktur.
- Beton pratekan adalah beton dimana telah diberikan tegangan dalam bentuk mengurangi tegangan Tarik potensial dalam beton akibat pemberian beban yang bekerja.
- Beton ringan adalah beton yang memakai agregat ringan atau campuran antara agregat kasar, ringan dan pasir alami sebagai penggnti agregat halus ringan dengan ketentuan tidak boleh melampaui berat isi maksimum beton 1850 Kg/m³ harus memenuhi ketentuan kuat tekan dan kuat tarik beton ringan untuk tujuan struktural. (Andika, R., 2019).

Kekuatan suatu struktur bangunan ditentukan oleh salah satunya adalah kuat tekan beton. Didalam mengevaluasi kekuatan beton, *compression test* menjadi standar untuk mengetahui kualitas suatu struktur secara keseluruhan. Kualitas beton dengan dua metode pengujian yaitu metode *Destructive Test* (DT) dan metode *Non Destructive Test* (NDT). Metode DT yaitu dengan cara merusak benda uji. Pengujian DT biasanya dilakukan pada saat proses konstruksi suatu bangunan dengan cara mengukur kuat tekan beton melalui suatu sampel hasil pengecoran yang berbentuk kubus atau silinder dengan memberikn beban tekan (*Compressive Strength*) sampai batas nilai tertentu dimana sampel (benda uji) tidak mampu menahan beban dan hancur. Namun untuk kebutuhan yang tidak memperkenankan kerusakan pada beton terpasang dibutuhkan metode *Non Destructive Test* (NDT). Metode NDT sangatlah bervvariansi didalam sistem kerja maupun alat yang digunakan untuk uji kekuatan beton. Metode NDT yang digunakan adalah *Rebound Hammer* atau biasa disebut *Hammer Test*, dan *Ultrasonik* (UPV) dalam mengevaluasi keandalan struktur (Apriani, 2016).

Sesuai dengan tujuan pemakaiannya, semen Portland dibagi menjadi lima jenis yaitu:

- Tipe I: Semen normal (*ordinary Portland sement*) digunakan untuk pembuatan beton bagi konstruksi beton umum yang tidak dipengaruhi oleh sifat – sifat lingkungan yang mengandung bahan sulfat dan perbedaan temperatur yang ekstrim. Pemakaian tipe 1 umumnya bagi konstruksi beton pada pembangunan jalan, bangunan gedung atau perumahan, jembatan, tangki, waduk, dan pipa.
- Tipe II: Semen dengan ketahanan sedang terhadap serangan sulfat (*Modified Portland semen*). Digunakan untuk pencegahan serangan sulfat dari lingkungan seperti system draenase dengan sifat, kadar konsentrasi sulfat tinggi di dalam air tanah.
- Tipe III: Semen dengan waktu perkerasannya yang cepat (*high early strength Portland cement*), umumnya dalam waktu kurang dari seminggu. digunakan pada struktur – struktur bangunan yang cetaknya harus cepat dibuka dan akan segera digunakan ditempat lain.
- Tipe IV: Semen dengan hidrasi panas rendah (*Lowheat Portland cement*), yang digunakan pada struktur – struktur pondasi sumuran, dermaga dan bangunan bangunan lainnya dimana panas yang terjadi waktu hidrasi merupakan factor penentu bagi keuntungan beton.
- Tipe V: Semen Portland sulfat (*sulphate resistant Portland cement*), digunakan untuk beton yang lingkungannya mengandung sulfat, baik pada tanah maupun dalam air kadar sulfat tinggi.

Lingkungan laut merupakan lingkungan yang memiliki sifat korosifitas yang agresif dan menyebabkan kerusakan pada beton. Kerang merupakan salah satu hasil komoditi laut yang banyak dimanfaatkan dalam kehidupan sehari – hari. Sebagian besar pemanfaatan kerang belum dilakukan secara maksimal dan terbatas pada daging kerang untuk dikonsumsi dan pemanfaatan kulit kerang sebagai bahan baku kerajinan serta pakan ternak. Penggunaan kulit kerang sebagai bahan campuran beton telah banyak digunakan. Hal ini disebabkan adanya kandungan C_aO yang cukup tinggi pada kulit kerang. berbagai jenis kerang seperti kerang darah, tiram, *periwinkle Shells*, remis, *Scallop*, *crepidula shells*, dan *conk shells*, dapat digunakan sebagai pengganti pasir, pengganti agregat kasar, Filler, dan sebagai pengganti semen (Syahpoetri dkk, 2018).

Kerang adalah hewan air yang termasuk hewan bertubuh lunak (Moluska). Semua kerang kerangan memiliki sepasang cangkang (disebut juga cangkok atau katup) yang biasanya simetri cermin yang terhubung dengan suatu ligamen (Jaringan ikat). Pada kebanyakan kerang terdapat dua otot aduktor yang mengatur buka tutupnya cangkang. (Permana, D.I., 2014).

Kerang anadara (*anadara granosa*) adalah sejenis kerang yang biasa dimakan oleh warga asia timur dan asia tenggara. Anggota suku *arcidae* menyebut kerang darah karena kerang ini

menghasilkan hemoglobin berupa cairan merah. Kerang ini menghuni kawasan indo – pasifik dan tersebar dari pantai afrika timur sampai kepolinesia. Hewan ini gemar memendam dirinya kedalam pasir atau lumpu. Ukuran dewasanya sekitar 5 sampai 6 cm pada ukuran panjangnya dan 4 sampai 5 cm pada ukuran lebarnya. Budidaya kerang darah sudah dilakukan karena memiliki nilai ekonomi yang baik. Meskipun biasanya direbus atau dikukus, kerang ini dapat pula igoreng atau dijadikan sate dan makanan kering lainnya (Andika, 2019).



Gambar 1 . Cangkang kerang darah (Anadara Granosa)

B. Kuat Tekan Beton

Kekuatan tekan adalah kapasitas maksimum suatu material untuk menahan beban per unit area (1). Kekuatan tekan beton normal berkisar antara 20 – 40 Mpa kekuatan beton dipengaruhi oleh rasio semen air, jenis agregat, kemampuan kerja, curing, dan usia beton. Untuk mendapatkan beton dengan kekuatan yang diinginkan, beton perlu dirawat dengan baik pada usia dini, sehingga proses hidrasi berjalan dengan sempurna. Uji kuat tekan dilakukan dengan mesin uji tekan (UTM) dengan menempatkan sampel silinder berdiameter 150 mm, dan tinggi 300 mm secara tegak lurus dan diberi beban tegak lurus dan diberi beban tekan secara bertahap hingga objek sampel runtuh. Tes ini memperoleh beban maksimum yang bisa dipegang oleh sampel hingga runtuh. Kekuatan tekan beton dapat dihitung dengan membagi beban maksimum dengan luas permukaan silinder sampel (Hadi, 2019).

Berdasarkan SNI 03-1974-1990, kuat tekan beton adalah besarnya beban persatuan luas yang menyebabkan benda uji beton hancur bila di bebani dengan gaya tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan (Ginting, 2013). Sifat beton pada umumnya lebih baik jika kuat tekannya lebih tinggi, dengan demikian untuk meninjau mutu beton biasanya dilakukan dengan meninjau kuat tekannya. Kuat tekan beton adalah perbandingan antara beban terhadap luas penampang beton (Rahmat dkk,2016). Hubungan antara factor air semen dan kuat tekan beton diusulkan oleh Duff Abram, 1919 dalam (Susilorini dan Suwarno, 2009) sebagai berikut:

$$f'c = \frac{A}{B^{1,5x}} \quad (1)$$

dimana:

- $f'c$: Kuat Tekan Beton (MPa)
- X : f.a.s
- A, B : Konstanta

C. Faktor Air Semen

faktor air semen merupakan ukuran kekuatan beton, maka faktor ini yang utama dalam desain struktur beton pada umumnya. Biasanya dinyatakan dalam perbandingan berat terhadap berat semen dalam campuran (Nawy, E.G. 2010).

D. Tegangan Pada Beton

Tegangan didefinisikan sebagai tahanan terhadap gaya – gaya luar.

Jenis retak dapat diketahui dari pola retaknya sebagai berikut :

- a. Retak lentur adalah retak yang memiliki pola vertikal / tegak yang disebabkan karena tidak kuat menahan momen lentur
- b. Retak geser adalah retak yang memiliki pola diagonal / miring yang disebabkan karena tidak kuat menahan gaya geser

Retak rambut/retak-retak kecil banyak disebabkan oleh pengaruh lingkungan. Umumnya terjadi karena balok mengalami pengeringan yang cepat, balok terkena sinar matahari dan hujan (Mawardi, 2014).

3. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah pendekatan eksperimental yaitu dengan melakukan serangkaian pengujian di laboratorium. Adapun langkah – langkah analisis yang digunakan pada penelitian ini disesuaikan dengan rumusan masalah penelitian yaitu:

- Melakukan pemeriksaan dari persyaratan bahan penyusun beton seperti, Pasir yang diambil dari Pohara, Suplit dari Moramo dan Cangkang Kerang darat dan lambis lambis yang diambil di wakatobi tepatnya di area pasar malam baru dan pasar malam lama.
- Menghitung kebutuhan dari bahan komposisi bahan penyusun beton, seperti semen, pasir, kerikil, kerang sebagai bahan tambah yang lolos berdasarkan saringan SNI
- Membuat benda uji dari komposisi yang telah dihitung pada langkah 2 (dua) dalam hal ini komposisi cangkang kerang laut dengan persentase 0% pada umur 7, 14, dan 28 hari.
- Membuat benda uji dengan penambahan cangkang kerang laut baik 15%, 20%, terhadap persentase kebutuhan agregat kasar pada umur rendaman selama 7 hari, 14 hari, dan 28 hari.
- Menghitung kuat tekan beton yang dihasilkan dari komposisi atau benda uji yang telah dibuat pada langkah sebelumnya.
- Menentukan pengaruh penambahan cangkang kerang laut terhadap kuat tekan beton dengan cara memplot kedalam grafik excel, sehingga dapat diperoleh seberapa besar pengaruh penambahan cangkang kerang laut terhadap kuat tekan beton.

4. Hasil dan Pembahasan

Agregat kasar yang digunakan pada penelitian ini adalah Split Moramo (sebagai material normal) dan cangkang kerang darat dan kerang lambis – lambis dimana untuk cangkang terlebih dahulu ditumbuk (Impact) untuk mencapai gradasi butiran tertahan saringan No 4 yang kemudian digunakan sebagai bahan substitusi agregat kasar. Olehnya itu sebelum digunakan sebagai material penyusun beton, dilakukan pemeriksaan material di laboratorium.

Dari pemeriksaan itu diperoleh hasil pemeriksaan kadar air 1,39 %, Kadar lumpur 0,23 %, berat jenis 2,67%, Berat isi 1,26 gr/cm³ dan abrasi 29,36 %. Persentase dari agregat kasar yang lolos ayakan no 12 (1,70 mm) dari hasil pemeriksaan abrasi agregat kasar yang menggunakan LA machine untuk beton yang digunakan sebagai struktur, maksimum 50% oleh karena itu nilai abrasi agregat kasar untuk beton semen berdasarkan SK SNI S -04-1989-F nilai abrasi LA untuk beton Mutu Bo – B1 disyaratkan 40 % - 50 % dan Mutu K >225 disyaratkan < 27%. Hasil pemeriksaan agregat kasar sebagaimana terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pemeriksaan agregat kasar (Batu pecah Moramo)

No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan
1	Kadar Air (%)	1,39
2	Kadar lumpur (%)	0,23
3	Berat Jenis	2,67
4	Berat isi (gr/cm ³)	1,26
5	Abrasi (%)	29,36

Agregat Halus yang digunakan pada penelitian ini adalah pasir pohara, pemeriksaan agregat halus dilakukan langsung dari laboratorium survey dan pengujian bahan fakultas teknik, pemeriksaan agregat halus ini dilakukan pada beberapa macam uji seperti kadar air yang mendapatkan nilai yaitu 1,06% , dan kadar lumpur mendapatkan nilai 1,76 % dan berat jenis yaitu 2,64 % sedangkan berat isi mendapatkan nilai 1,42 (kg/cm³). Apabila kita mengacu pada standar nasional SNI untuk kadar lumpur lewat saringan No 200 agregat halus \leq 5% dengan mengacu pada SNI ini hasil tes uji kadar lumpur yang diperoleh telah memenuhi syarat. Sedangkan berdasarkan ASTM untuk uji berat jenis agregat halus yaitu 1,60 – 3,20 % dengan syarat tersebut nilai berat jenis yang diperoleh telah memenuhi syarat.

Tabel 2. Hasil pemeriksaan agregat halus (Pasir Pohara)

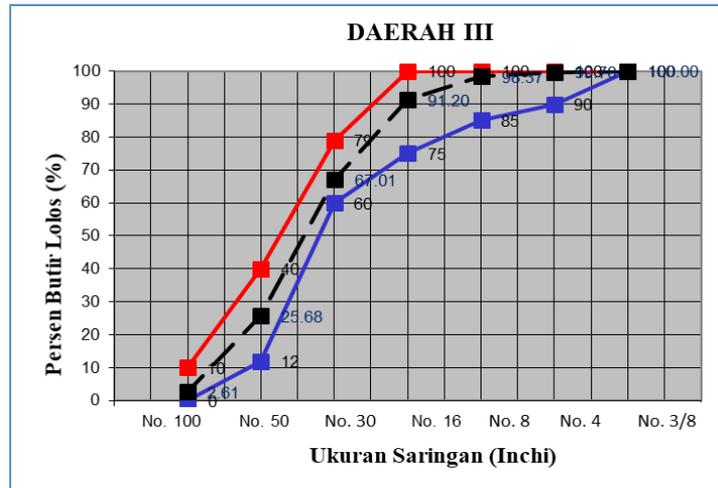
No	Jenis Pemeriksaan	Hasil Pemeriksaan
1	Kadar Air (%)	1,06
2	Kadar lumpur (%)	1,76
3	Berat Jenis	2,64
4	Berat isi (gr/cm ³)	1,42

Tabel 3. Hasil Pemeriksaan Analisa Saringan Agregat Halus

Lubang Ayakan		Material 200 Gram
inchi	Mm	% Kumulatif Lolos
3/8"	9,6	100,00
No 4	4,8	99,70
No 8	2,4	98,37
No 16	1,2	91,20
No 30	0,6	67,01
No 50	0,3	25,68
No 100	0,15	2,61

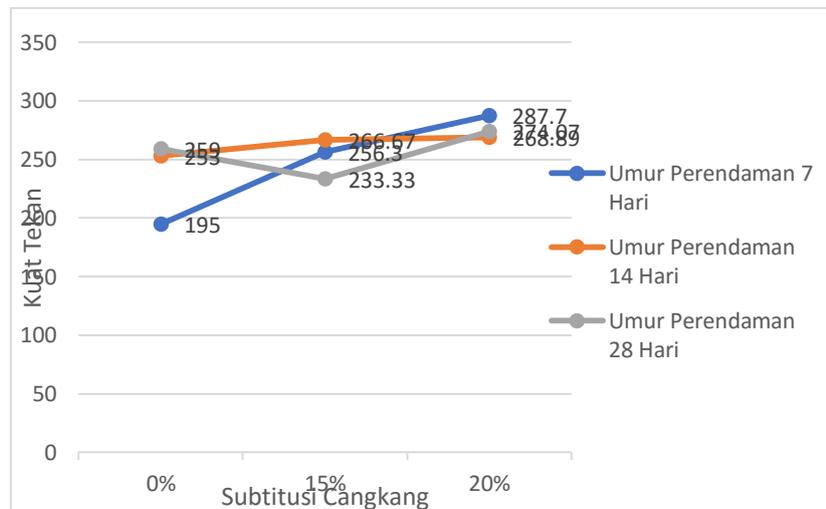
Pemeriksaan analisa saringan ini bertujuan untuk menentukan pembagian butir atau gradasi agregat halus. Dimana prosedur pelaksanaannya adalah benda uji terlebih dahulu dipisahkan dengan menggunakan saringan no 4 dan pisahkan pada dua bagian. Benda uji disiapkan sesuai dengan PB – 0208 – 76 kecuali apabila butiran yang melalui saringan no 200 tidak perlu diketahui jumlahnya , sehingga diperoleh nilai gradasi pada masing masing daerah gradasi terdapat empat daerah seperti pada gambar 4.1 Grafik Gradasi agregat halus, sehingga dari penelitian ini yang digunakan adalah pasir agak halus daerah III, dimana prosedur pelaksanaannya dilaboratorium yaitu benda uji dikeringkan di dalam oven dengan suhu 110 ± 5 ⁰

C sampai berat tetap, saringan benda uji lewat susunan saringan dengan ukuran saringan paling besar ditempatkan diatas. Saringan diguncang dengan tangan atau dengan mesin pengguncang selama 15 menit.



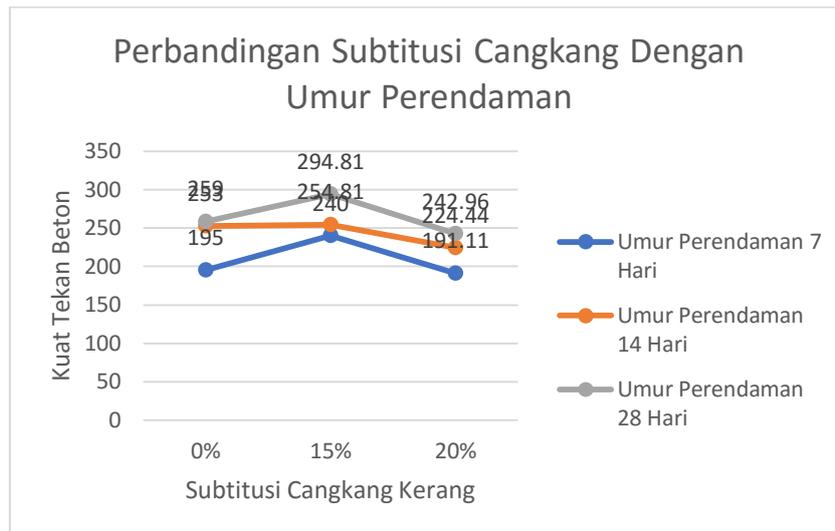
Gambar 1. Grafik Gradasi Agregat Halus

Dalam penelitian ini cangkang kerang digunakan sebagai bahan substitusi agregat kasar dan agregat halus yang masing – masing 3 sampel dengan umur dan persentase yang berbeda dengan total sampel 36 buah.



Gambar 2. Perbandingan Substitusi Cangkang Kerang Sebagai Agregat Halus

Pengaruh penambahan cangkang kerang laut sebagai agregat halus terhadap kuat tekan beton pada penambahan 15% dengan umur perendaman 7 hari yaitu 256,30 kg / cm² kuat tekan dan mengalami peningkatan pada umur perendaman 14 hari yaitu 266,67 kg / cm² kuat tekan, dan pada umur perendaman 28 hari mengalami penurunan kuat tekan yaitu 233,33 kg / cm². Sedangkan pada penambahan 20% dengan umur perendaman 7 hari mengalami peningkatan dengan kuat tekan 283,70 kg / cm², pada umur perendaman 14 hari mengalami penurunan pada kuat tekan yaitu 268,89 kg / cm² dan mengalami peningkatan kembali pada umur perendaman 28 hari yaitu dengan kuat tekan 274,07 kg / cm².



Gambar 3. Grafik Perbandingan substitusi cangkang kerang sebagai agregat kasar

Pengaruh penambahan cangkang kerang laut sebagai agregat kasar terhadap kuat tekan beton pada penambahan kerang sebanyak 15 % dengan umur perendaman 7 hari yaitu 240 kg / cm², dan mengalami peningkatan kuat tekan pada umur perendaman 14 hari yaitu 254,81 kg / cm² dan kuat tekan meningkat lagi pada umur perendaman 28 hari yaitu 294,81 kg / cm² sedangkan pada penambahan cangkang kerang 20 % dengan umur perendaman 7 hari yaitu 191,11 kg / cm² dan mengalami peningkatan pada umur perendaman 14 hari yaitu 224,44 kg / cm² dan kuat tekan meningkat lagi pada usia perendaman 28 hari yaitu 242,96 kg / cm².

5. Kesimpulan

Penggunaan cangkang kerang laut dalam peningkatan kuat tekan beton lebih baik digunakan sebagai agregat halus dari pada agregat kasar. Penggunaan kerang laut sebagai bahan substitusi agregat halus mencapai hasil yang maksimal pada komposisi 20%.

Referensi

- Alkhaly, Y.R., 2016. Perbandingan Rancangan Campuran Beton Berdasarkan SNI 03-2834 -2000 Dan SNI 7656 : 2012 Pada Mutu Beton 20 Mpa. *Teras Jurnal*, Vol. 6(1), pp: 11-14.
- Apriani, W., 2016. Aplikasi Non Destructive Test Pada Investigasi Keandalan Struktur Beton. *Jurnal Teknik Sipil Siklus*. Vol 2(2), pp: 95 – 103.
- Andika, R., dkk. 2019. Pemanfaatan Limbah Cangkang Kerang Dara (*Anadara Granosa*) Sebagai Bahan Tambah Dan Komplemen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal . *Jurnal Media Komunikasi Dunia Ilmu Sipil (Modulus)*. Vol. 1(1) ,pp: 1 – 6
- Ginting, A., Satriyajati, A. N. 2013. Kuat Tekan Beton Berdasarkan SNI – DT- 91 – 0008 – 2007 Pada Berbagai Variasi Kadar Air Agregat. *Jurnal Teknik*, Vol. 3(1), pp :1 – 10, pp: 70 – 74.
- Hadi, P.N., dkk. 2019. Studi Eksperimental Penambahan Limbah Bubut Sebagai Bahan Subtitusi Parsial Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Widyakala*, Vol. 6(1), pp : 77 – 83.
- Kurniawan, D. 2017. Pemanfaatan Bahan Tambah Pozzolan Lumpur Sidoarjo Sebagai Subtitusi Semen Dengan Agregat Pumice Pada Kuat Tekan Dan Porositas Beton Ringan. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil*, Vol. 1 (1), pp: 201 – 211.

- Mawardi.,Besperi. 2014. Pengaruh Kekasaran Permukaan Agregat Kasar Terhadap Kuat Tekan Beton. *Jurnal Inersia* , Vol. 6 (2), pp :13-19.
- Nawy, E.G. 2010. Beton Bertulang. Bandung : PT Refika Aditama.
- Permana, D. I., Gunarti, A.S.S., Yulius, E., 2014. Pengaruh Penambahan Tumbukan Kulit Kerang Jenis Anadara Granosa Sebagai Agregat Halus Terhadap Kuat Tekan Beton K – 225. *Jurnal Bentang*, Vol. 2 (2), pp: 36 – 45.
- Rahmat., Hendriyani, I., Anwar, S,M. 2016. Analisa Kuat Tekan Beton Dengan Bahan Tambah Reduced Water dan Accelerated Admixture. *Jurnal Info Tekni*, Vol. 17(2), pp: 205 – 218.
- Syahpoetri, N. A.,dkk. 2018. Karakteristik Mortar Dengan Campuran Abu Kerang Lokan Dalam Rendaman NA₂CO₃ . *Jurnal Rekayasa Sipil (JRS – UNAND)* , Vol. 14(1), pp: 63 – 72.
- Soelarso., dkk. 2016. Pngaruh Penggunaan Limbah Beton Sebagai Pengganti Agregat Kasar Pada Beton Normal Terhadap Kuat Tekan Dan Modulus Elastisitas. *Jurnal Fondasi*, Vol 5(2), pp: 22 -29.