

PENGARUH ABU CANGKANG KERANG DARAH (*Anadara granosa*) SEBAGAI ALTERNATIF SUBSTITUSI SEMEN PADA MORTAR TERHADAP SIFAT MEKANIS MORTAR

Aiyub

Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe

Email : Aiyubts9@gmail.com

ABSTRAK

Cangkang kerang adalah salah satu limbah yang terkenal di daerah pesisir yang mana limbah cangkang kerang dipertimbangkan dapat digunakan untuk pengganti sebagian semen sebagai bahan pengikat. Diketahui bahwa limbah cangkang kerang masih melimpah di Indonesia, khususnya di Lhokseumawe. Berdasarkan latar belakang tersebut penulis tertarik untuk memanfaatkan limbah cangkang kerang terutama sebagai material pengikat dengan Ordinary Portland Cement (OPC) dikarenakan cangkang kerang diketahui memiliki kalsium yang tinggi sehingga cocok untuk dijadikan sebagai material alternatif pengikat dengan OPC. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengurangi limbah cangkang kerang, dengan menggunakannya sebagai salah satu alternatif material pengganti semen pada mortar. Cangkang kerang dipersiapkan dengan cara dikalsinasi pada suhu 700°C selama 4 jam. Kemudian digiling menggunakan mesin *Los Angeles* dan diayak menggunakan saringan nomor 200. Selanjutnya benda uji dipersiapkan dengan perbandingan pengikat terhadap pasir yaitu 1:3 dengan FAS masing-masing 0,45 dan 0,50. Persentase abu cangkang kerang digunakan sebagai pengganti sebagian semen ialah 2,5%, 5%, 7,5%, dan 10%. Hasil menunjukkan bahwa kuat tekan optimum 28 hari pada FAS 0,5 dengan 5% abu cangkang kerang sebesar 54,6 MPa. Namun, Nilai kuat tekan dengan persentase penggunaan ACK dari 2,5% sampai 10% pada umur 28 hari dengan FAS 0,45 mengalami penurunan dibandingkan dengan nilai kuat tekan OPC konvensional..

Kata Kunci : *Abu Cangkang Kerang, Mortar, Kuat Tekan*

DOI: <https://doi.org/10.30811/bissotek.v12i1.3008>

© Politeknik Negeri Lhokseumawe. All rights reserved

I. PENDAHULUAN

Perkembangan pembangunan yang sangat pesat seiring dengan jumlah populasi manusia yang semakin banyak membuat kebutuhan akan bahan konstruksi terutama *Ordinary Portland Cement* (OPC) semakin besar, yang mana hal ini akan menjadi masalah yang besar dikemudian hari, khususnya terhadap lingkungan. Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk menggantikan penggunaan material semen dengan material alternatif yang berasal dari limbah atau sampah industri. Hal ini dilakukan untuk mencari alternatif pengurangan emisi CO₂ yang dilepaskan oleh proses kalsinasi dari produksi semen (Fansuri dkk, 2020; Vitalis, 2017).

Seperti yang kita ketahui, Indonesia merupakan salah satu negara maritim yang mempunyai potensi besar dalam pengelolaan kekayaan laut salah satunya adalah kerang.

Mayoritas masyarakat Indonesia khususnya di Kota Lhokseumawe hanya memanfaatkan daging kerang untuk dikonsumsi sebagai bahan makanan, sedangkan cangkang kerang dibiarkan terbuang begitu saja. Cangkang kerang yang dihasilkan merupakan sampah yang di buang dari penjual olahan kerang yang dibiarkan terbuang dan menumpuk disekitaran Waduk Kota Lhokseumawe. Cangkang kerang yang dihasilkan oleh penjual tersebut adalah cangkang kerang darah (*Anadara granosa*). Menurut data Statistik Kelautan Perikanan di Provinsi Aceh Pada tahun 2020 volume produksi kerang sebesar 186.61 ton, sehingga cangkang kerang yang terbuang akan terkumpul sebanyak 373,22 ton per tahun, dimana hal ini akan menjadikan sebuah isu lingkungan khususnya di pesisir pantai. Sehingga diperlukan sebuah alternatif untuk mengurangi limbah tersebut.

Cangkang kerang diketahui memiliki kalsium yang tinggi sehingga cocok untuk dijadikan sebagai bahan alternatif pembuatan mortar (Andika & Safarizki, 2019). Pada umumnya, mortar terdiri dari campuran semen, pasir dan air dengan proporsi tertentu dimana ia dapat digunakan untuk konstruksi struktur dan non-struktur. Untuk memenuhi karakteristik tersebut, diperlukan proporsi campuran yang sesuai.

Penelitian ini bertujuan untuk mengurangi limbah cangkang kerang, dengan menggunakannya sebagai salah satu alternatif material pengganti semen pada mortar. Secara tidak langsung inovasi ini mampu mengurangi permasalahan lingkungan yang ditimbulkan oleh limbah cangkang kerang.

II. METODOLOGI

A. Material

Bahan-bahan campuran mortar yang digunakan dalam penelitian ini meliputi semen, agregat halus (pasir), air (H₂O), dan abu cangkang kerang.

B. Komposisi Campuran

Dalam Penelitian ini untuk mendapatkan hasil kuat tekan yang maksimal pada mortar ini diperlukan percobaan dari beberapa komposisi campuran abu cangkang kerang. Mortar dalam penelitian ini terdiri dari beberapa komposisi campuran abu cangkang kerang. Persentase material abu cangkang kerang yang digunakan pada penelitian ini untuk disubstitusikan terhadap semen yaitu sebesar 0%, 2,5%, 5%, 7,5% dan 10%. Sedangkan untuk FAS yang digunakan adalah FAS 0,45 dan FAS 0,5.

C. Benda Uji

Benda uji yang digunakan pada penelitian ini bentuk dan ukurannya disesuaikan dengan standar ASTM C 109 / C 109M. Benda uji yang akan dipakai pada penelitian ini adalah benda uji kubus dengan ukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm. Untuk pengujian dilakukan dengan variasi hari pengujian yaitu 1 hari, 3 hari, 7 hari, dan 28 hari.

D. Pengujian Karakteristik Material Abu Cangkang Kerang dan Semen OPC

Pengujian karakteristik material abu cangkang kerang dan semen opc dalam penelitian ini dilakukan terhadap material Abu Cangkang Kerang (ACK) dan OPC Semen Padang (OPCSP), adapun pengujian yang dilakukan yaitu pengujian XRF, XRD, TGA, FTIR dan PSD.

1. *X-Ray Fluorescence* (XRF)

Pengujian *x-ray fluorescence* (XRF) dilakukan untuk mengetahui jumlah presentase kandungan senyawa kimia yang ada pada material. XRF spektrometer mengukur panjang gelombang komponen material secara individu dari emisi flourosensi yang dihasilkan sampel saat diradiasi dengan sinar-X. Pada mortar, persentase material yang diharapkan dalam jumlah

yang besar adalah silika, alumina dan kalsium. Ini dikarenakan kandungan silika dan alumina berkontribusi terhadap sifat mekanik beton, sedangkan kandungan kalsium berkontribusi terhadap sifat dari campuran beton segar (Fauzi Amir, 2018).

2. X-Ray Diffraction (XRD)

Pengujian *X-Ray Diffraction* (XRD) dilakukan untuk melihat fase yang terbentuk pada sampel. Karakterisasi *X-Ray Diffraction* (XRD) digunakan untuk menganalisis fasa dan struktur kristal dari sampel material.

3. Thermogravimetric Analysis (TGA)

Metode analisis termal yang paling sering digunakan adalah analisis termogravimetri atau TGA. TGA merupakan pengukuran perubahan berat suatu bahan sebagai fungsi waktu. Hasil analisis berupa rekaman diagram yang kontinu dimana reaksi dekomposisi. Berat suatu bahan yang dibutuhkan saat dianalisis beberapa milligram, yang dipanaskan pada laju konstan (Sembiring, 2007).

4. Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)

Identifikasi ikatan kimia dalam bahan sumber dapat dilakukan oleh *fourier transform infrared spectroscopy* (FTIR), dimana posisi puncak utama menunjukkan getaran molekuler utama dalam material (C. A. Rees, dkk, 2007).

5. Particle Size Distribution (PSD)

Dalam hal menentukan *particle size distribution*, dibutuhkan pengkondisian sample, memilah berdasarkan ukuran partikel, kemudian menghitung jumlah partikel dari setiap interval dari ukuran partikel tersebut. PSD bertujuan untuk mengetahui sebaran butiran suatu material dengan ukuran butiran dari yang berukuran 0,02-2000 μm menggunakan teori Franhofer yaitu prinsip laser light scattering.

E. Karakteristik Mortar Dengan Campuran ACK

1. Workability

Workability mortar segar dalam penelitian ini diukur dengan alat *flow table* aliran sesuai dengan standar ASTM C 230. Tujuan dari tes ini adalah untuk mengukur konsistensi mortar. Banyak faktor yang harus dipertimbangkan untuk mendapatkan persyaratan mortar yang digunakan selama proses konstruksi. Pengujian ini lebih lanjut untuk mengetahui kemudahan dalam pengerjaan mortar.

2. Setting Time

Pengujian ini bertujuan untuk menentukan waktu yang diperlukan semen untuk mengeras, terhitung dari mulai bereaksi dengan air dan menjadi pasta semen hingga pasta semen cukup kaku untuk menahan tekanan. Pengujian *setting time* menggunakan alat *vicat test* sesuai dengan standard ASTM C 191.

3. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian ini dilakukan sesuai dengan metode ASTM C 109 / C 109M. Tujuannya untuk mengetahui kekuatan tekan mortar terhadap pembebanan dengan menggunakan alat mesin tekan. Tes kuat tekan dilakukan di laboratorium Teknik Sipil Politeknik Negeri Lhokseumawe.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Karakteristik Material

1. *X-Ray Fluorescence (XRF)*

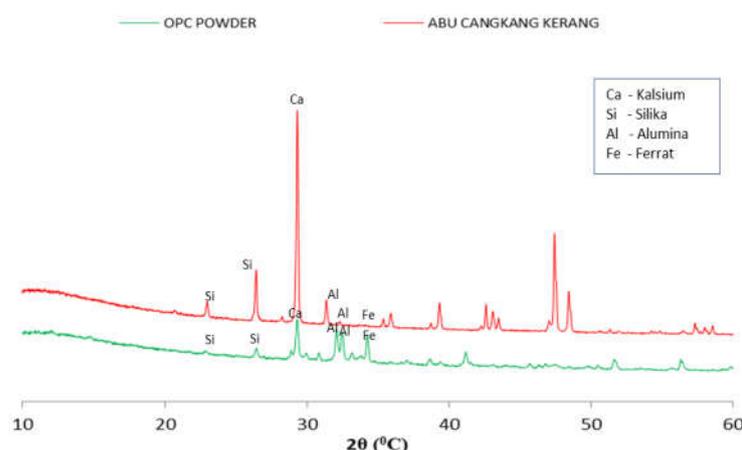
Tabel 1 menunjukkan komposisi kimia pada ACK dan semen OPCSP tipe I. Terlihat bahwa kandungan kimia Ca pada ACK yang besarnya sama dengan kandungan kimia Ca pada OPCSP. Sedangkan kandungan kimia Si dan Al pada ACK sangat sedikit dibandingkan OPCSP. Seperti diketahui bahwa senyawa kimia Ca, Si, dan Al berperan membentuk gel C-S-H dan C-A-H yang berkontribusi terhadap kuat tekan dan *setting time*.

Tabel 1. Kandungan Senyawa Kimia ACK dan OPCSP

Senyawa	ACK (%)	OPCSP (%)
CaO	66,70	65,07
MgO	22,28	0,78
SiO ₂	7,88	21,94
Al ₂ O ₃	1,25	5,46
Fe ₂ O ₃	0,03	3,43

2. *X-ray diffraction (XRD)*

Gambar 1 menunjukkan puncak yang terlihat pada gambar mengacu pada data base yang ada pada alat XRD. Gambar menunjukkan bahwa puncak tertinggi material ACK berada pada titik 29^o 2θ. Ini menunjukkan bahwa material ACK kaya akan kandungan kalsium (Ca). Sedangkan puncak yang berada pada jarak antara 24^o-27^o 2θ menunjukkan adanya kandungan silika (Si) pada ACK. Daerah ini menunjukkan adanya kandungan silica yang rendah. Kemudian pada titik puncak 32^o-35^o 2θ menunjukkan adanya kandungan ferrat (Fe) dan alumina (Al) pada ACK.

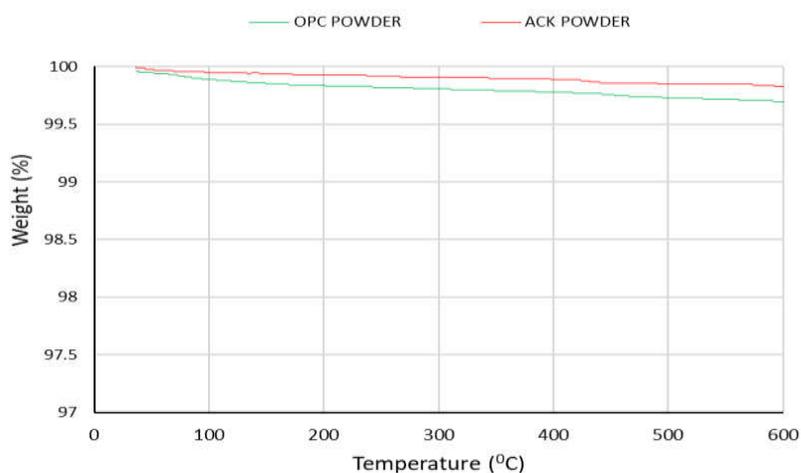


Gambar 1. Grafik XRD dari Material ACK dan Material OPCSP

3. *Thermogravimetric Analysis (TGA)*

Kehilangan berat pada material diuji dengan menggunakan alat *Thermogravimetri Analysis (TGA)* yang mana hasilnya dianalisa dengan mengacu kepada kehilangan berat air pada material. Gambar 2 menunjukkan penurunan berat material ACK dan OPCSP seiring dengan peningkatan suhu kalsinasi. Penurunan berat material ACK dan OPCSP pada suhu 30^oC hingga 100^oC sebesar 0,05% dan 0,11%. Penurunan ini menunjukkan kondisi penguapan ikatan air secara fisik. Sedangkan penurunan berat material ACK dan OPCSP pada suhu 100^oC hingga 300^oC sebesar 0,04% dan 0,08%. Penurunan ini menunjukkan

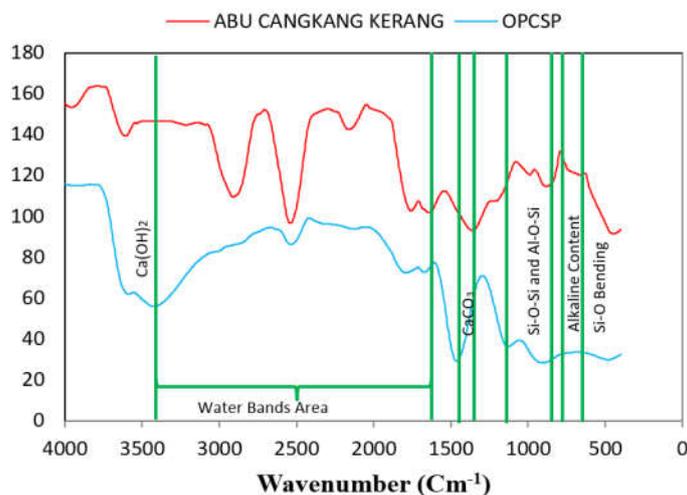
kondisi penguapan ikatan air secara kimia. Penurunan berat material ACK dan OPCSP pada suhu diatas 300°C sebesar 0,08% dan 0,11%.



Gambar 2. Grafik Penurunan Berat Material ACK dan Material OPCSP

4. *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*

Identifikasi ikatan kimia dari material ACK dan OPCSP diilustrasikan pada Gambar 3. Puncak pita pada area diatas 3440 cm⁻¹ menunjukkan keberadaan Ca(OH)₂ pada material ACK dan OPCSP mengindikasikan adanya reaksi karbonasi pada kedua material ini ketika bereaksi. Puncak pita diarea 3440 cm⁻¹ - 1630 cm⁻¹ menunjukkan peregangan dan pembengkokan ikatan H₂O pada material ACK dan material OPCSP.



Gambar 3. Grafik FTIR Gampungan Material ACK dan Material OPCSP

5. *Particle Size Distribution (PSD)*

Analisa ukuran butir material ACK dan OPCSP terdapat pada Tabel 2. Dari tabel tersebut menunjukkan bahwa ukuran partikel ACK yang direncanakan berukuran 20 µm dapat dijadikan sebagai material untuk disubstitusikan dengan semen dikarenakan untuk mendapatkan ukuran butir yang dapat dicampurkan pada semen harus melewati saringan no. 200. Ukuran butir material ACK paling kecil berada pada diameter 0,5 µm sedangkan pada

material OPCSP ukuran butir terkecil berada pada diameter 0,2 μm , menunjukkan bahwa kehalusan butir OPCSP lebih halus daripada ACK.

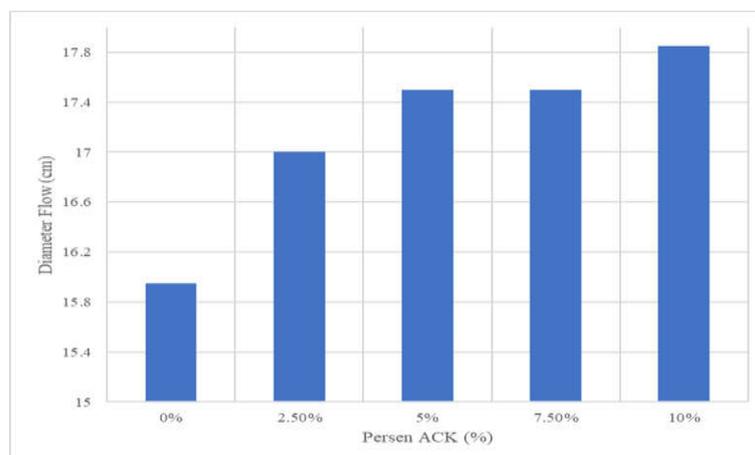
Tabel 2. Analisa ukuran butir ACK dan OPCSP

Diam μm	Cum (%)	
	OPC	ACK
0,2	1,05	0
0,5	3,77	0,06
1	5,64	3,4
2	8,79	7
5	19,5	11,97
10	38,28	22,93
20	64,23	50,94
45	93,16	93,12
75	99,69	99,92
100	100	100

B. Karakteristik Mortar Dengan Campuran ACK

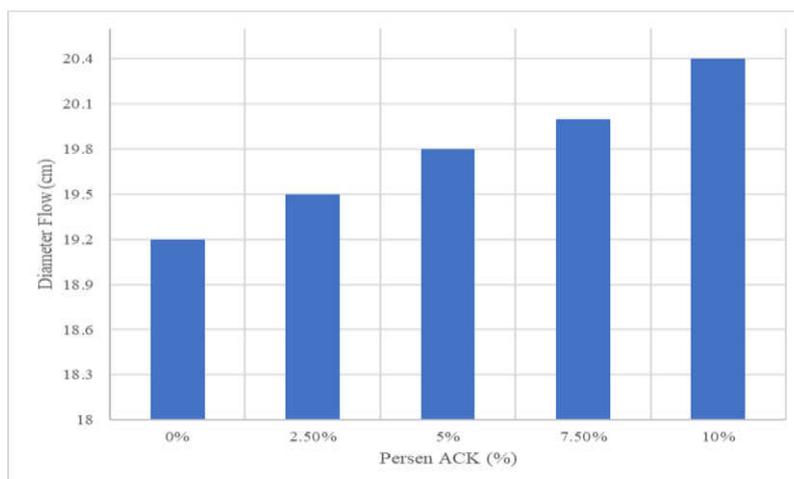
1. *Workability*

Workability mortar dari OPCSP dengan campuran ACK dipengaruhi oleh ukuran partikel dari material. Semakin kecil permukaan material, maka penyerapan air yang terjadi pada campuran mortar semakin cepat yang mempengaruhi kelecekan dari campuran mortar tersebut. Sebaliknya, semakin besar ukuran material, maka penyerapan air yang terjadi pada campuran mortar semakin lambat yang berakibat kepada melebarnya aliran dari campuran mortar tersebut. Lebih lanjut, penambahan ACK kedalam campuran mortar segar dapat mempengaruhi kelecekan dari campuran mortar tersebut, yang berpengaruh kepada kemudahan saat pengerjaan nantinya.



Gambar 4. *Workability* mortar dengan FAS 0,45

Gambar 4 memperlihatkan diameter *flow* pada setiap persentase penambahan ACK berangsur naik untuk campuran dengan FAS 0,45, menunjukkan bahwa penambahan ACK mengakibatkan kelecekan pada mortar segar semakin besar. Hal tersebut dipengaruhi oleh ukuran material ACK yang lebih besar daripada OPCSP dapat mempengaruhi campuran mortar menjadi berair sehingga membuat *workability* menjadi lebih besar

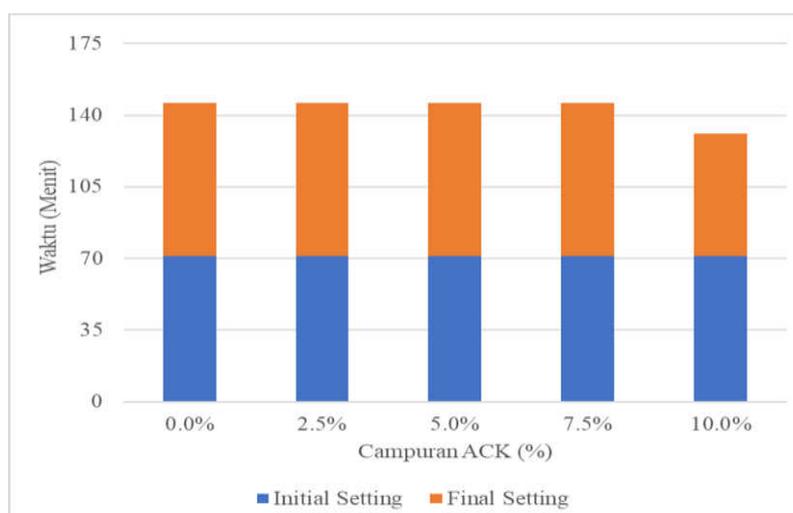


Gambar 5. *Workability* mortar dengan FAS 0,5

Gambar 5 menunjukkan bahwa penambahan persentase material ACK pada mortar dengan FAS 0,5 juga mengalami kenaikan *workability* pada setiap persentase penambahan ACK. Hal ini memperkuat hasil *workability* dari FAS 0,45 yang disebabkan oleh ukuran material ACK yang lebih besar daripada OPCSP sehingga membuat *workability* menjadi besar.

2. *Setting Time*

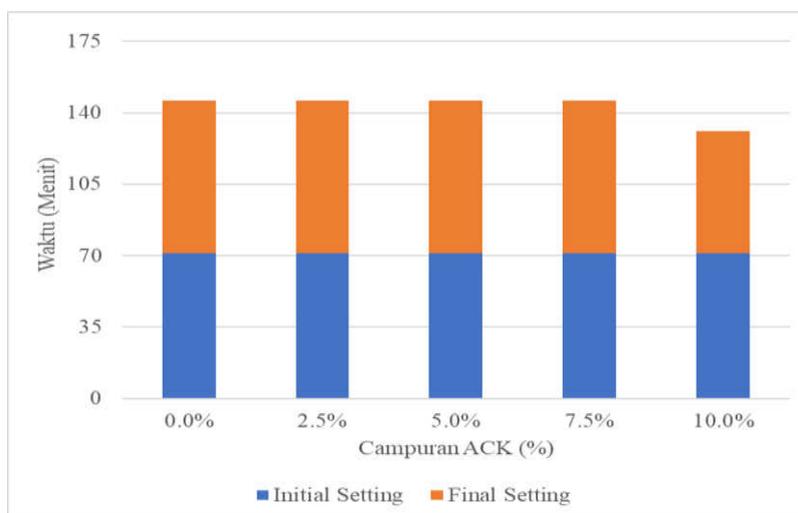
Persentase substitusi ACK terhadap semen pada *setting time* diperlukan untuk memahami proses perubahan mortar dari keadaan plastis ke keadaan statis (mengeras). *Final setting time* dari campuran mortar segar tergantung pada kandungan kalsium dari material dalam campuran mortar segar. Diketahui bahwa penambahan zat kapur atau kalsium dengan kadar tertentu kedalam campuran mortar berpengaruh kepada turunnya *setting time* pada campuran mortar. Lebih lanjut, kandungan kalsium pada ACK yang tinggi, dapat menyebabkan campuran mortar segar lebih cepat mengeras sehingga mortar segar dapat mengeras dalam waktu yang relatif cepat.



Gambar 6. *Setting Time* Mortar dengan FAS 0,45

Gambar 6 menunjukkan bahwa kenaikan persentase ACK pada FAS 0,45 dengan jumlah tertentu mampu menurunkan *setting time* pada campuran mortar segar. Hal ini dikarenakan senyawa kalsium yang tinggi pada ACK dapat menambah jumlah ikatan gel C-

S-H dan C-A-H yang terjadi pada reaksi OPCSP dan air sehingga dengan persentase tertentu penambahan ACK dapat menurunkan *final setting time* pada mortar.



Gambar 7. Setting Time Mortar dengan FAS 0,5

Gambar 7 terlihat bahwa hal yang sama terjadi seperti Gambar 6, menjelaskan bahwa semakin meningkatnya persentase ACK maka *setting time* akan menjadi lebih cepat. Hal tersebut dikarenakan kandungan kalsium yang tinggi pada ACK membuat gel C-S-H dan C-A-H semakin bertambah sehingga *setting time* menjadi lebih cepat.

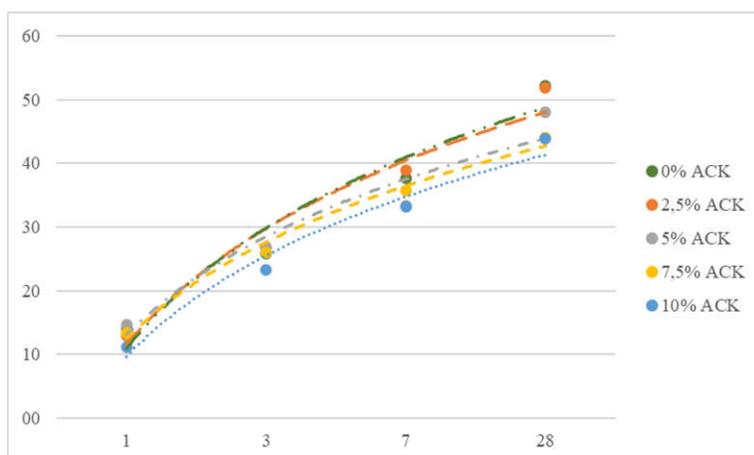
3. Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dalam penelitian ini digunakan benda uji kubus beton mortar geopolimer berukuran 50 mm x 50 mm x 50 mm. Untuk setiap FAS yang digunakan, berpengaruh kepada seberapa besar persentase ACK yang digunakan untuk mensubstitusi semen.

Tabel 3. Hasil Kuat Tekan Mortar Campuran ACK dengan FAS 0,45

Hari	Persentase ACK (%)				
	0	2,5	5	7,5	10
1	14,0	12,8	14,7	13,4	11,2
3	25,8	26,5	26,9	26,0	23,2
7	37,7	38,9	33,3	35,7	33,1
28	52,2	51,9	48,0	44,1	43,8

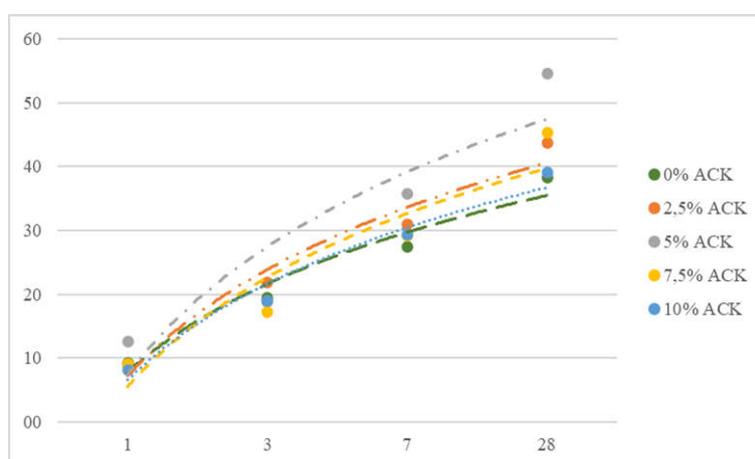
Gambar 8 menunjukkan bahwa kuat tekan maksimum pada benda uji mortar 28 hari adalah 52,2 Mpa dengan tidak sama sekali mensubstitusikan ACK kedalam campuran mortar atau mortar dalam keadaan normal. Menyebabkan penambahan ACK pada FAS 0,45 tidak memberikan efek apapun pada kekuatan tekan mortar. Hal ini disebabkan karena pada saat proses hidrasi, gel C-S-H dan C-A-H yang terbentuk oleh semen mengambil air lebih banyak daripada ikatan gel C-S-H dan C-A-H pada ACK, maka dengan penggunaan FAS 0,45 hanya dapat mencukupi untuk proses hidrasi semen OPCSP sehingga proses hidrasi oleh ACK menjadi kekurangan air yang dapat menurunkan kekuatan tekan.



Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar dengan Campuran ACK menggunakan FAS 0,45

Tabel 4. Hasil Kuat Tekan Mortar Campuran ACK dengan FAS 0,5

Hari	Persentase ACK (%)				
	0	2,5	5	7,5	10
1	9,3	8,8	12,5	9,0	8,2
3	19,5	21,8	18,8	17,1	18,9
7	27,5	30,9	35,7	29,2	29,3
28	38,3	43,8	54,6	45,3	39,0



Gambar 9. Grafik Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar dengan Campuran ACK Menggunakan FAS 0,5

Gambar 9 menunjukkan kuat tekan maksimum terjadi dengan penggunaan ACK sebanyak 5% pada benda uji mortar 28 hari sebesar 54,6 Mpa. Penambahan ACK dengan persentase tertentu pada FAS 0,5 memberikan efek kenaikan kuat tekan pada benda uji mortar 28 hari. Hal ini disebabkan pada saat terjadinya proses hidrasi, gel C-S-H dan C-A-H yang terbentuk oleh OPCSP dan ACK memiliki air yang cukup sehingga OPCSP dapat bekerja sama dengan ACK untuk menghasilkan gel C-S-H dan C-A-H yang dapat mempengaruhi kuat tekan mortar.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian dan pembahasan, maka dapat diambil kesimpulan yaitu dengan mensubstitusi ACK dengan OPCSP dapat mempengaruhi *workability*, *setting time*, dan juga mempengaruhi kuat tekan mortar dengan FAS 0,5 pada 28 hari, dimana dengan mensubstitusi 5% ACK terhadap OPCSP dapat meningkatkan kuat tekan mortar konvensional yaitu dari 38,3 MPa menjadi sebesar 54,6 Mpa. Selanjutnya ACK dapat digunakan untuk dijadikan sebagai *filler* pada mortar konvensional tetapi tidak dapat digunakan dengan penggunaan FAS 0,45, dikarenakan kuat tekan yang semakin menurun seiring bertambahnya persentase penggunaan ACK.

DAFTAR PUSTAKA

- 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.
- ASTM C 109 / C 109M, 2008. Compressive Strength of Hydraulic Cement Mortars (Using 2-in. or [50-mm] Cube Specimens). ASTM Committee C01 on Cement and is the direct responsibility of Subcommittee C01.27 on Strength.
- ASTM C191, 1999. "Standard Test Method for Time of Setting of Hydraulic Cement by Vicat Needle" *Annual Book of ASTM Standards*.
- ASTM C230/C230M, 2013. "Standard Specification for Flow Table for Use in Test of Hydraulic Cement" *Annual Book of ASTM Standards*.
- 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.
- Fauzi Amir. 2018. "Investigation Of Sidoarjo Mud As An Addition In Fly Ash Based Geopolymer Concrete". *Universiti Teknologi PETRONAS*.
- Rees, C. A., Provis, J. L., Lukey, G. C., & Deventer, J. S. J. Van, 2007. In Situ ATR-FTIR Study of the Early Stages of Fly Ash Geopolymer Gel Formation. *Langmuir*, 23(17), 9076–9082.
- Sembiring, S. dan Karo Karo, P. 2007. Pengaruh Suhu Sintering terhadap Karakteristik Termal dan Mikrostruktur Silika Sekam Padi. *Jurnal Sains MIPA, Edisi Khusus Tahun 2007*. Vol 13, hal: 233 – 239.
- Statistik Kelautan Perikanan, 2020. "Produksi Perikanan Tahun 2020". diakses dari <https://www.statistik.kkp.go.id/>, diakses pada tanggal 14 Juni 2022 pada jam 19.40 WIB
- Vitalis, Samsurizal. E, dan Supriyadi. A, 2017. Pengaruh Tambahan Cangkang Kerang Terhadap Kuat Beton. *Jurnal Elektronil Laut, Sipil, Tambang* 9(1), 1-9