



Jurnal Taxiway
e-ISSN : 2685-7464
jurnal.taxiway@upp.ac.id

Vol. 5 No. 2 - Juli 2026
Program Studi Teknik Sipil
Universitas Pasir Pengaraian

ANALISIS KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER ABU SAWIT DENGAN SUBSTITUSI SERAT SABUT KELAPA (COCONUT FIBER)

Erika Desvina¹, Harriad Akbar Syarif² dan Anton Ariyanto²

Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian⁽¹⁾

Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pasir Pengaraian⁽²⁾

Email: erikadesfina@gmail.com⁽¹⁾, harriadakbarsyarif@upp.ac.id⁽²⁾

aariyantost@gmail.com⁽²⁾

INFO ARTIKEL	ABSTRAK
Diterima Tersedia online 2026	Abstrak <i>Industri semen merupakan salah satu penyumbang emisi karbon dioksida (CO₂) terbesar di dunia. Inovasi untuk mengurangi atau menggantikan semen sebagai material bahan bangunan terus dikembangkan. Mortar geopolimer terdiri dari bahan campuran pasir, material pengganti semen dan alkali aktivator. pemanfaatan abu sawit sebagai material pada campuran mortar geopolimer dapat menjadi solusi untuk masalah limbah produksi dan merupakan bahan alternatif pengganti semen. Metode penelitian yang digunakan adalah kuantitatif dengan rancangan penelitian eksperimental. Pengujian yang dilakukan adalah uji kuat tekan dan Sorptivity mortar umur 14, 28, dan 42 hari. Hasil pengujian kuat tekan mortar didapat nilai kuat tekan mortar yang optimal pada penambahan variasi serat 0,3% yaitu sebesar 5,17 MPa pada umur 42 hari. Maka, mortar tersebut termasuk mortar tipe N. Dan mortar yang memiliki kuat tekan terendah pada umur 14 hari dengan variasi serat 0,3% yaitu sebesar 2,06 MPa. Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan mortar pada variasi serat menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya umur mortar. Dan cenderung mengalami penurunan diumur 14 hari, yang disebabkan karena proses hidrasi semen belum sepenuhnya selesai pada umur tersebut. Pada pengujian sortivity hasil yang didapat sesuai dengan kriteria nilai Sorptivity mortar yaitu <0,2000 mm/min^{0,5}. Hal ini menunjukkan bahwa Penambahan serat sabut kelapa dapat mempengaruhi nilai Sorptivity pada mortar, sehingga mortar menjadi lebih tahan dan penetrasi air.</i>
Kata kunci: Geopolimer, Mortar, Abu Sawit, Sabut Kelapa, Sorptivity, Kuat Tekan Keyword: Geopolymer, Mortar, Palm Oil Fuel Ash, Fiber Coconut Coir, Sorptivity, Compressive Strength	Abstract <i>The cement industry is one of the largest contributors of</i>

carbon dioxide (CO₂) emissions in the world. Innovations to reduce or replace cement as a building material are continuously being developed. Geopolymer mortar is consisted of a mixture of sand, cement replacement material, and alkali aktivator. The utilization of palm ash as a material in geopolymer mortar mix can be a solution to production waste problems and is an alternative material to replace cement. The addition of coconut coir fiber, which is one of the natural fibers, to geopolymer mortar can affect its mechanical properties and durability. The tests carried out are compressive strength and Sorptivity tests of mortar at the age of 14, 28, and 42 days. The results of the mortar compressive strength test show that the optimum compressive strength value is obtained at the addition of 0.3% fiber, which is 5.17 MPa at the age of 42 days. So, the mortar is categorized as type N mortar. And the mortar with the lowest compressive strength at the age of 14 days with a fiber variation of 0.3% is 2.06 MPa. Based on the results of the research, the compressive strength of the mortar at the fiber variation shows an increase with increasing mortar age. And it tends to decrease at the age of 14 days, which is caused by the cement hydration process that has not been fully completed at that age. In the Sorptivity test, the results obtained are in accordance with the criteria for the Sorptivity value of mortar, which is $<0.2000 \text{ mm/min}^{0.5}$. This shows that the addition of coconut coir fiber can affect the Sorptivity value of mortar, so that the mortar becomes more resistant to water penetration.

PENDAHULUAN

Industri semen merupakan salah satu penyumbang emisi karbon dioksida (CO₂) terbesar di dunia. Menurut laporan Chatham House, industri semen menyumbang sekitar 8% emisi CO₂ dunia, menjadi penyumbang terbesar ketiga setelah industri penerbangan dan pertanian. Berdasarkan laporan industri semen di Indonesia, pada tahun 2022 tercatat sebanyak 63 juta ton jumlah permintaan semen. Ketergantungan penggunaan semen di bidang konstruksi ini menyebabkan peningkatan produksi semen *Portland* yang berdampak pada kondisi lingkungan. Hal ini dikarenakan selama proses pembakaran bahan baku untuk menghasilkan 1 ton semen, melepaskan 1 ton gas CO₂ secara langsung ke udara (Basuki, 2012). Inovasi untuk mengurangi atau menggantikan semen sebagai material bahan bangunan terus dikembangkan. Pada tahun 1980-an, Professor Joseph Davidovist menemukan sebuah perekat alternatif pengganti semen yang dikenal dengan *geopolimer*. *Geopolimer* dapat didefinisikan sebagai material yang dihasilkan dari geosintesis aluminosilikat polimerik dan alkali-silikat yang menghasilkan kerangka polimer SiO₄ (Silika Tetraoksida) dan AlO₄ (Aluminium

Tetraoksida) yang terikat secara tetrahedral (Davidovits, 1994 dalam Pugar 2011). Unsur-unsur tersebut banyak ditemukan pada limbah industri, seperti abu terbang dan abu sawit. Abu sawit atau *Palm Oil Fuel Ash* (POFA) memiliki sifat pozzolan dan kandungan silika yang cukup tinggi, berkisar antara 31,45% sedangkan semen Portland hanya 20-25% (Tri Mulyono, 2005), sehingga dapat dicampurkan dengan semen untuk meningkatkan kekuatan mortar dan beton.

Indonesia merupakan salah satu produsen *Crude Palm Oil* (CPO) terbesar di dunia dan memiliki lahan kelapa sawit terluas di dunia. Menurut data kementerian pertanian yang diolah BPS, pada tahun 2022 Indonesia memiliki Perkebunan kelapa sawit seluas 14,9 juta hektar dan produksi minyak sawit mentah (CPO) sebesar 45,12 juta ton. Provinsi Riau merupakan provinsi dengan luas Perkebunan kelapa sawit terluas di Indonesia, yaitu 3,38 juta hektar atau sekitar 22,65% dari luas total Perkebunan kelapa sawit di Indonesia dengan total produksi 8,97 juta ton. Peningkatan areal Perkebunan kelapa sawit setiap tahunnya akan mengakibatkan peningkatan jumlah limbah yang dihasilkan terutama abu sawit. Oleh karena itu, pemanfaatan abu sawit sebagai material pada campuran mortar *geopolimer* dapat menjadi solusi untuk masalah limbah produksi dan merupakan bahan alternatif pengganti semen. Untuk mengembangkan penelitian sebelumnya mengenai kuat tekan mortar abu sawit penelitian lanjutan dan mortar *geopolymer* abu sawit yang merupakan limbah dari industri kelapa sawit, dilakukan dengan memodifikasi menggunakan penambahan serat sabut kelapa (*coconut fiber*) pada mortar yang bertujuan untuk meningkatkan daya tekan dari mortar karena kedua material sisa ini mengandung unsur silika yang juga terkandung di dalam semen dan mengingat kedua material sisa tersebut apabila tidak dimanfaatkan dengan baik dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Penggunaan serat alami ini juga bisa membuat daya tekan mortar menjadi lebih bagus dan tinggi. Penggunaan serat pada mortar mampu meningkatkan penyerapan energi dan daktilitas, mengendalikan retak-retak, dan meningkatkan sifat deformasi (Risdianto, Y. 2019)

Analisis daya serap (*Sorptivity*) dan kuat tekan mortar *geopolimer* menggunakan abu sawit (POFA) yang dikombinasikan dengan penambahan serat sabut kelapa merupakan bidang penelitian yang signifikan dalam bidang konstruksi. Mortar *geopolimer*, yang merupakan alternatif mortar berbahan semen konvensional, banyak mendapat perhatian karena potensinya dalam mengurangi emisi karbon. Abu sawit merupakan produk sampingan dari industri minyak kelapa sawit dan telah diteliti sifat pozzolannya. Penambahan serat sabut kelapa, salah satu serat alami, pada mortar *geopolimer* dapat mempengaruhi sifat mekanik dan daya tahannya. Oleh karena itu, analisis kekuatan dan daya serap material komposit ini penting untuk memahami kinerja dan kesesuaiannya untuk berbagai aplikasi konstruksi. Topik penelitian ini relevan dengan praktik konstruksi berkelanjutan dan pemanfaatan bahan limbah dari industri pertanian. Temuan analisis ini dapat berkontribusi pada pengembangan bahan konstruksi ramah lingkungan dengan sifat yang ditingkatkan. Selain itu, memahami

pengaruh sabut kelapa dan kinerja mortar *geopolimer* dapat memberikan wawasan tentang potensi penerapan komposit ini dalam skenario konstruksi dunia nyata.

METODE PENELITIAN

Jenis atau metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif, dengan tujuan untuk menguji dan membuktikan hipotesis yang telah dibuat/ditetapkan. Penelitian diawali dengan melakukan pengujian karakteristik bahan dasar campuran mortar untuk mengetahui kualitas bahan dasar penyusun mortar *geopolimer* Abu sawit (POFA). Pengujian yang dilakukan berupa uji kuat tekan dan *Sorptivity*. Penelitian dilakukan di laboratorium Bahan dan Struktur Teknik Sipil Universitas pasir Pengararaan. Waktu penelitian dilakukan selama 5 bulan, yaitu pada bulan Februari hingga bulan Juni 2024. Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah abu sawit (*palm oil fuel ash*) berasal dari PT. ISB Surau Tinggi Rokan Hulu, semen yang digunakan adalah semen PCC (*Portland Composite Cement*) yang diproduksi oleh PT. Semen Padang, larutan aktivator gabungan dari larutan natrium hidroksida (NaOH) 14M dan larutan natrium silika (Na_2SiO_3) 2,3 Mol, serat sabut kelapa didapat dari penjual tanaman di *online shop*, agregat halus berasal dari PT. Sarana Andalan Semesta dan air menggunakan air mineral kemasan. Untuk pengambilan data pada pembuatan mortar ini digunakan metode/Teknik pengambilan data dengan cara observasi (pengamatan), yang mana observasi ini meneliti benda-benda tertentu, dan observasi dan benda yang bersangkutan akan dapat diputuskan dengan menentukan alat ukur mana yang tepat untuk digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

Pengujian material yang digunakan untuk pembuatan mortar adalah karakteristik material agregat halus, pengujian pemeriksaaan ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian. Pengujian dilakukan untuk mengetahui karateristik dan spesifikasi agregat halus. Hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan Karakteristik Agregat Halus

No.	Jenis Pengujian	Hasil Pemeriksaan	Standar spesifikasi	keterangan
1.	Kadar lumpur %	4,86	<5%	Memenuhi
2.	Berat Jenis (gr/cm^3)			
	a. <i>Apparent specific gravity</i>	2,77	2,58 – 2,84	Memenuhi
	b. <i>Bulk specific gravity on dry</i>	2,60	2,58 – 2,85	Memenuhi
	c. <i>Bulk specific grafity SSD</i>	2,66	2,58 – 2,86	Memenuhi
	d. <i>Absorption (%)</i>	2,39	2 – 7	Memenuhi
3.	Kadar air	4,83	3 – 5	Memenuhi
4.	Berat Volume (gr/cm^3)			
	a. Kondisi gembur	1,70	1,4 – 1,9	Memenuhi
	b. Kondisi tusuk	1,89	1,4 – 1,9	Memenuhi

Hasil Pengujian Abu Sawit

Abu sawit yang diuji adalah lolos saringan No. 200. Pengujian komposisi abu sawit tersebut dilakukan dengan mengirim sebagian abu sawit ke Laboratorium Badan Riset dan Standarisasi Industri Padang.

Komposisi kimia abu sawit terdapat pada Tabel 5.2. Berdasarkan analisis kimia abu sawit diperoleh nilai SiO_2 sebesar 46,41%. Total SiO_2 , Al_2O_3 dan Fe_2O_3 adalah 55,03%, yang menunjukkan bahwa abu sawit tersebut telah memenuhi syarat kimia *pozzolan* yang selanjutnya dapat bereaksi dengan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yaitu produk hidrasi dari semen *portland* yang akan membentuk gel kalsium hidrat silikat dan dapat digunakan sebagai bahan dasar *geopolimer* dalam penelitian ini. Untuk lebih jelasnya kandungan komposisi kimia abu terbang dan abu sawit dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Kimia Abu Sawit

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Analisa	Metode Analisa
1	Silikon Dioksida (SiO_2)	%	46,41	SNI 2049 2015, butiran 7,1,3,2
2	Aluminium Oksida (Al_2O_3)	%	7,47	SNI 2049 2015, butiran 7,1,3,8
3	Besi (III) Oksida (Fe_2O_3)	%	1,15	SNI 2049 2015, butiran 7,1,3,4
4	Kalsium Oksida (CaO)	%	5,71	SNI 2049 2015, butiran 7,1,3,9
5	Potasium Oksida (K_2O)	%	2,37	SNI 2049 2015, butiran 7,1,3,13
6	Posfat Pentaoksida (P_2O_5)	%	0,93	SNI 2049 2015, butiran 7,1,3,4
7	Kadar air	%	10,36	SNI 02-2804-2005, butiran 6,4

Sumber: Badan Riset dan Standarisasi Industri Padang, Kementerian perindustrian, 2021

Pengujian Semen

Dalam penelitian ini, semen *Portland* yang digunakan adalah jenis Semen Indonesia (Semen Padang). Pemilihan merek ini didasarkan pada pertimbangan bahwa merek tersebut dianggap sebagai salah satu merek semen terbaik di Indonesia dan telah memenuhi standar SNI (Standar Nasional Indonesia). Data mengenai karakteristik bahan semen diperoleh dari informasi yang tertera pada kemasan semen. Untuk jenis semen tipe ini, data tersebut menunjukkan berat jenis sebesar $3,15 \text{ gr/cm}^3$ dan berat volume sebesar $1,25 \text{ gr/cm}^3$.

Campuran Mortar Geopolimer

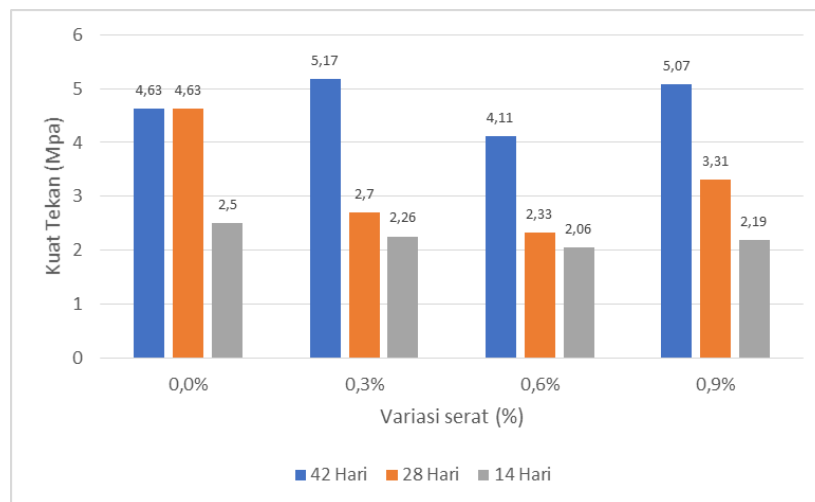
Setelah dilakukan pemeriksaan material yang dibutuhkan untuk melaksanakan campuran mortar *geopolimer*, maka dapat dilakukan pencampuran bahan mortar. Berikut adalah proporsi campuran mortar.

Tabel 3. Proporsi Campuran Mortar

No	Serat Sabut	jumlah serat	Bahan	berat POFA	Variasi				
	kelapa (%)	(gr)	Mortar	(gr)	NaOH	Pasir (%)	PCC (%)	Na ₂ SiO ₃	Alkali
			Geopolimer					dan	Aktivator
								NaOH	dan POFA
1	0	0	POFA	92,673	14M	66,67	30%	1	1,7
2	0,3	0,278	POFA	92,395	14M	66,67	30%	1	1,7
3	0,6	0,556	POFA	92,117	14M	66,67	30%	1	1,7
4	0,9	0,834	POFA	91,84	14M	66,67	30%	1	1,7

Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan Mortar terdiri dari 36 benda uji yang di buat berdasarkan komposisi *mix desain* menggunakan material penyusun *geopolimer*. Benda uji kuat tekan mortar berbentuk persegi dengan ukuran 5x5x5 cm. pengujian kuat tekan mortar dilakukan pada saat mortar memiliki umur 14, 28, dan 42 hari dengan variasi serat sabut kelapa yang berbeda.

**Gambar 1.** Nilai Kuat Tekan Mortar

Dapat di lihat pada gambar 1 menunjukkan rata-rata kuat tekan mortar dengan berbagai jenis mortar pada umur 14, 28, dan 42 hari. Sumbu X menunjukkan variasi campuran serat sabut kelapa pada mortar, sedangkan sumbu Y menunjukkan rata-rata kuat tekan mortar dalam satuan MPa. Dari gambar menunjukkan bahwa kuat tekan mortar pada umur 14, 28 dan 42 hari mengalami peningkatan kuat tekan mortar pada variasi serat 0,3 % umur 42 hari yaitu sebesar 5,17 MPa, sedangkan angka yang terendah pada variasi serat 0,3% di umur 14 hari yaitu sebesar 2,06 MPa. Nilai kuat tekan untuk mortar tanpa serat sebesar 4,63 MPa diumur 42 hari. Dan mengalami penurunan kuat tekan pada variasi serat 0,6% sebesar 4,11 MPa diumur 42 hari. Dan mengalami kenaikan pada variasi serat 0,9% sebesar 5,07 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan yang optimum terjadi pada penambahan serat dengan komposisi 0,3% di umur 42 hari. Berdasarkan hasil penelitian, kuat tekan mortar pada variasi serat

menunjukkan tren peningkatan seiring bertambahnya umur mortar. Dan cenderung mengalami penurunan diumur 14 hari, hal ini menunjukkan bahwa proses hidrasi semen belum sepenuhnya selesai pada umur tersebut.

Pengaruh Substitusi Serat Sabut kelapa terhadap Kuat Tekan

Nilai kuat tekan dan nilai *sorptivity* dari hasil pengujian bertujuan untuk mengetahui pengaruh serat sabut kelapa terhadap kekuatan dan daya serap mortar. Apabila nilai kuat tekan tersebut lebih tinggi daripada mortar normal, maka dapat dikatakan pengaruhnya bagus. Nilai hasil *sorptivity* dan kuat tekan mortar *geopolymer* dengan variasi penambahan serat dari berat abu sawit pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Rekap Nilai *Sorptivity* dan Kuat Tekan mortar

No.	Variasi serat kelapa	<i>Sorptivity</i> sampel 5x5x20 (mm/min ^{0,5})			<i>Sorptivity</i> sampel 5x5x5 (mm/min ^{0,5})			Kuat Tekan (MPa)		
		42	28	14	42	28	14	42	28	14
1.	0%	0,024	0,010	0,020	0,052	0,078	0,020	4,63	4,63	2,5
2.	0,3%	0,033	0,012	0,021	0,033	0,031	0,019	5,17	2,7	2,06
3.	0,6%	0,026	0,013	0,020	0,041	0,063	0,013	4,11	2,33	2,26
4.	0,9%	0,028	0,010	0,017	0,055	0,015	0,013	5,07	3,31	2,19

Dapat dilihat pada Tabel 4 mortar *geopolimer* dengan komposisi penambahan serat sabut kelapa mengalami peningkatan nilai kuat tekan mortar dan kuat tekan optimum pada variasi penambahan 0,3% diumur 42 hari dan cenderung mengalami penurunan nilai kuat tekan diumur 14 hari dan 28 hari. Hal ini menunjukkan bahwa, Penambahan serat sabut kelapa dapat memperlambat proses hidrasi semen sehingga pada mortar yang belum mencapai umur 28 dan 42 hari nilai kuat tekan menurun. Sedangkan untuk nilai *Sorptivity* terendah yaitu pada mortar dengan variasi serat 0% dan 0,9% di umur mortar 28 hari yaitu dengan nilai 0,013 mm/min^{0,5}. Hal ini disebabkan karena serat sabut kelapa dapat menahan air yang dibutuhkan untuk hidrasi semen. Oleh karena itu, nilai *Sorptivity* meningkat karena adanya serat sabut kelapa yang dapat menahan air. Selain faktor serat yang mempengaruhi nilai *Sorptivity* mortar, dari pengamatan dan perhitungan yang diperoleh Luas alas penampang mortar mempengaruhi nilai *Sorptivity* mortar, semakin besar nilai luas penampang suatu mortar maka semakin kecil nilai *Sorptivity*nya (semakin baik).

KESIMPULAN

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian dan hasil pembahasan maka dapat ditarik Kesimpulan sebagai berikut:

1. Nilai kuat tekan mortar *geopolimer* abu sawit (umur 14, 28, 42 hari) dengan variasi penambahan serat sabut kelapa yaitu 0%, 0,3%, 0,6%, dan 0,9% dari berat abu sawit yang didapat dalam penelitian ini yaitu nilai kuat tekan optimum terdapat pada mortar variasi serat 0,3% di umur mortar 42 hari yaitu dengan nilai 5,17 MPa dan termasuk mortar tipe N, sedangkan nilai *Sorptivity* yang diperoleh dari penelitian $<0,2000 \text{ mm/min}^{0,5}$ yang artinya nilai tersebut termasuk kedalam kriteria nilai sangat baik.
2. Penambahan serat sabut kelapa (*coconut fiber*) berpengaruh terhadap nilai *sorptivity* dan kuat tekan mortar *geopolymer* abu sawit. *Sorptivity* menunjukkan bahwa mortar dengan ukuran 5x5x20cm dan 5x5x5cm memiliki nilai *Sorptivity* $<0,2000 \text{ mm/min}^{0,5}$ dimana angka tersebut termasuk dalam kriteria *Sorptivity* sangat baik. Semakin rendah nilai *Sorptivity*, semakin baik kualitas mortar dalam menahan penetrasi air. Mortar dengan *Sorptivity* rendah memiliki kepadatan yang tinggi dan porositas yang rendah, sehingga air tidak mudah meresap kedalam struktur mortar. Penambahan serat sabut kelapa dapat mempengaruhi nilai *Sorptivity* pada mortar, sehingga mortar menjadi lebih tahan dan penetrasi air, karena serat mengisi pori-pori mortar dan menambah kepadatannya. Dan penambahan serat juga berpengaruh terhadap nilai kuat tekan, hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan nilai kuat tekan mortar serat pada variasi 0,3% dan 0,9% dibandingkan mortar tanpa serat dengan nilai kuat tekan sebesar 4,63 MPa.

Saran

Saran yang dapat diberikan dan penelitian dan hasil yang diperoleh adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang lebih mendalam diperlukan untuk mendapatkan komposisi campuran serat sabut kelapa, semen *Portland*, pasir, dan abu sawit guna menghasilkan mortar yang berkualitas dan memiliki kuat tekan yang tinggi.
2. Serat serabut kelapa perlu dilakukan uji bahan untuk mengetahui sifat fisiknya dan karakteristiknya secara mendetail.
3. Diperlukannya pemahaman tentang proses pencampuran larutan alkali aktivator (NaOH dan Na_2SiO_3) untuk campuran mortar *geopolimer* agar menghasilkan mutu yang baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada pihak yang ikut serta membantu didalam penelitian ini, yaitu :

1. Orang tua dan kakak tercinta yang telah memberikan doa, nasehat, dan dukungan berupa materi maupun moril.
2. Dr. Hardianto, M.Pd. selaku Rektor Universitas Pasir Pengaraian.
3. Dr. Purwo Subekti, MT. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian.
4. Rismalinda, MT. selaku Ketua Program Studi Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian.
5. Ir. Harriad Akbar Syarif, ST., MT. Selaku Dosen Pembimbing I dan Anton Ariyanto, M.Eng. Selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan perhatian penuh dan tidak pernah berhenti memberikan dorongan sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.
6. Segenap Dosen Pengajar, Staf, dan Karyawan Fakultas Teknik, Universitas Pasir Pengaraian, penulis mengucapkan terimakasih atas ilmu pengetahuan, fasilitas, dukungan, dan bantuan yang telah diberikan mulai dari awal perkuliahan hingga penyusunan tugas akhir ini.
7. Rekan-rekan mahasiswa/i Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pasir Pengaraian.
8. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

BIBLIOGRAFI

- [1] ASTM C 29, 2007. Standard Test Methods for Bulk Density (“Unit Weight”) and Voids in Aggregate, United States: American Society for Testing and Material.
- [2] ASTM C 33, 1982. Standard Specification for Concrete Aggregates. American Society for Testing and Material. West Conshohocken, PA: ASTM International.
- [3] ASTM C 40, 2004. Standard Test Method for Organic Impurities in Fine Aggregates for Concrete 1, United States: American Society for Testing and Material.
- [4] ASTM C 142, 1998. Standard Test Method for Clay Lumps and Friable Particles in Aggregates 1, United States: American Society for Testing and Material.
- [5] ASTM C 494, 2001. Standard Specification for Chemical Admixture for Concrete. United States: ASTM.
- [6] ASTM C 566, 1997. Standard Test Method for Total Evaporable Moisture Content of Aggregate by Drying. United States: ASTM.
- [7] ASTM C 618, 2005. Standard specification for coal ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete. United States: ASTM.
- [8] ASTM C 642, 2006. Standard Test Methods Density, Absorption, And Void In Hardened Concrete. United States: ASTM.
- [9] Ferdinan, A., & RUDINI TB, J. U. R. A. D. I. L. (2021). Perbandingan Penambahan Serat Pada Mortar Normal Dan Mortar *Geopolimer* (Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya).
- [10] Irhab, H. M., & Wardhono, A. (2010). Pengaruh Variasi Waktu dan Suhu Perawatan Dan Mortar *Geopolimer* Dengan Abu Terbang dan NaOH 12 Molar Sebagai Bahan Dasar. *Jurnal Rekayasa Teknik Sipil* vol, 10, 1-7.
- [11] Maulidan, A., Rizal, F., & Miswar, K. (2021). PENGARUH METODE PENCAMPURAN SERAT SABUT KELAPA DAN SIFAT MEKANIS BETON SERAT. *Jurnal Sipil Sains Terapan*, 4(02).
- [12] Mohammed, B. S., Aswin, M., Beatty, W. H., & Hafiz, M. (2016, February). Longitudinal shear resistance of PVA-ECC composite slabs. In *Structures* (Vol. 5, pp. 247-257). Elsevier.
- [13] Pitroda, J., Umrigar, D. F., Principal, B., & Anand, G. I. (2013). Evaluation of *Sorptivity* and water absorption of concrete with partial replacement of cement by thermal industry waste (Fly Ash). *International Journal of Engineering and Innovative Technology (IJEIT)*, 2(7).
- [14] Purnamasari, A. A., & WARDHONO, A. (2018). Pengaruh Variasi NaOH Terhadap Na₂SiO₃ Dan Kuat Tekan Dry Geopolymer Mortar Metode Dry Mixing Pada Kondisi Rasio Abu Terbang Dan Aktivator 3: 1. *Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya*, 1-7.

- [15] Sormin, L. S., Olivia, M., & Syaputra, E. (2017). Porositas dan *Sorptivity* Beton OPC dan Beton OPC Pofa dengan Perbaikan Air Gambut Sebagai Air Pencampur Menggunakan Kapur Tohor di Lingkungan Gambut (Doctoral dissertation, Riau University).
- [16] Sulianti, I., Subrianto, A., Ferdinan, A., & Rudini TB, J. (2021). Perbandingan Penambahan Serat Pada Mortar Normal dan Mortar *Geopolimer*. In Jurnal Forum Mekanika (Vol. 10, No. 2, pp. 60-69). Institut Teknologi PLN (ITPLN).
- [17] Syahyadi, R., Kurniati, K., Yusniyanti, E., Fitri, G., & Ismail, I. (2021). Pengaruh Penambahan Serat Sabut Kelapa Dan Sifat Mekanis Mortar *Geopolimer* Berbasis Fly Ash Pangkalan Susu. In Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe (Vol. 5, No. 1, pp. 190-196).
- [18] Syarif, H. A., Rahmi, A., & Ariyanto, A. (2022). Kuat Tekan dan Absorbsi Mortar *Geopolimer* Abu Sawit Portland Composite Cement dengan Variasi Suhu Tinggi. *Aptek*, 34-41.
- [19] Syarif, H. A. (2022). Kuat Tekan dan Absorbsi Paving Block *Geopolimer* Abu Sawit (Palm Oil Fuel Ash) Menggunakan Tambahan Semen Tipe 1 (Ordinary Portland Cement) dengan Air Gambut. *Aptek*, 33-38.
- [20] Syarif, H. A., & Setiyawan, P. (2024). Analisis Pengujian *Sorptivity* Pada Mortar *Geopolimer* Abu Sawit Dengan Substitusi Portland Composite Cement. *Aptek*, 129-136.
- [21] TOBING, G. R. L., & RISDIANTO, Y. (2019). Pengaruh penambahan serat sabut kelapa (coconut fiber) dan kuat tekan, kuat tarik belah dan kuat lentur pada beton. *Rekayasa Teknik Sipil*, 2(2).
- [22] Tjokrodimuljo, K. (1996). *Teknologi Beton*. Yogyakarta: Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- [23] Wancik, A., Satyarno, I., & Tjokrodimuljo, K. (2008). Batako styrofoam komposit mortar semen. In *Civil Engineering Forum Teknik Sipil* (Vol. 18, No. 2, pp. 780-787).
- [24] Wang, S. D., Scrivener, K. L., & Pratt, P. L. (1994). Factors affecting the strength of alkali-activated slag. *Cement and concrete research*, 24(6), 1033-1043.