



---

**ANALISIS KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER ABU SAWIT (*PALM OIL FUEL ASH*) dengan SUBSTITUSI SEMEN**

**Fatimah Azzuhriyah<sup>1</sup>, Harriad Akbar Syarif<sup>2</sup>, Anton Ariyanto<sup>2</sup>**

<sup>(1)</sup> Mahasiswa Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pasir Pengaraian, Riau.

<sup>(2)</sup> Dosen Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Pasir Pengaraian, Riau

Email: [fatimahazzuhri07@gmail.com](mailto:fatimahazzuhri07@gmail.com), [harriadakbarsyarif@upp.ac.id](mailto:harriadakbarsyarif@upp.ac.id), [aariyanto@upp.ac.id](mailto:aariyanto@upp.ac.id)

---

**INFO ARTIKEL**

**ABSTRAK**

Histori artikel :  
Tersedia online Juli 2024

---

**Kata kunci:**

*Mortar, geopolimer, abu sawit, kuat tekan*

**Keyword:**

*Mortars, geopolymer, Palm oil fuel ash, compressive strength*

Penelitian ini membahas tentang mortar geopolimer dengan abu sawit sebagai bahan pengikat. Larutan alkali aktivator digunakan untuk proses pengaktifan unsur Silika yang terkandung dalam abu tersebut. Larutan alkali aktivator yang digunakan adalah campuran dari larutan larutan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  dan  $\text{NaOH}$  14 M. Desain campuran mortar geopolimer abu sawit telah dirancang untuk pengujian kuat tekan pada umur 7 dan 28 hari. Tiga faktor utama, yaitu rasio Natrium Silikat dan  $\text{NaOH}$ , rasio alkali aktivator dan abu, serta waktu perawatan telah dipertimbangkan dalam perancangan. Benda uji yang digunakan berbentuk kubus 5x5x5 cm. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa mortar dengan nilai rasio Natrium Silikat dan  $\text{NaOH}$  sebesar 2,3, rasio alkali aktivator dan abu sebesar 1 suhu perawatan pada suhu ruang, dan variasi semen yang berbeda memiliki kuat tekan yang berbeda-beda. pada variasi 0% kuat tekan mortar lebih rendah di bandingkan kuat tekan dengan variasi semen 30%.

**Abstract**

*This research discusses geopolymer mortar with palm ash as the binder. Alkaline activator solution was used to activate the silica element contained in the ash. Silica element contained in the ash. The alkaline activator solution. The alkaline activator solution used was a mixture of 14 M  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  and  $\text{NaOH}$  solutions. Design palm ash geopolymer mortar mix has been designed for compressive strength testing at 7 and 28 days. Three main factors, namely the ratio of sodium silicate and  $\text{NaOH}$ , the ratio of alkali activator and ash, and the curing time have been*

*considered in the design.*

*The test specimens used were cubical in shape 5x5x5 cm. The experimental results showed that the mortar with a ratio value of Sodium silicate and NaOH ratio of 2.3, the ratio of alkali activator and ash of 1 at room temperature, and different cement variations have different compressive strengths. At 0% variation, the compressive strength of mortar is lower than the compressive strength with 30% cement variation.*

---

## PENDAHULUAN

Mortar merupakan istilah lain dari adukan atau yang dikenal juga dengan spesi yang terdiri dari bahan pengikat (semen), air, dan bahan pengisi (pasir). manfaat dari mortar yaitu sebagai bahan pengikat, bahan plasteran, untuk menutup permukaan yang tidak rata, untuk mengaci tembok, dan bahan untuk mengecor. Adapun jenis mortar yaitu sebagai perekat bata ringan, plasteran dinding, acian instan, dan pemasangan keramik.

Ketergantungan penggunaan semen pada bidang konstruksi menyebabkan peningkatan produksi semen Portland yang berdampak pada kondisi lingkungan[3]. Hal ini dikarenakan selama proses pembakaran bahan baku untuk menghasilkan 1 ton semen melepaskan 1 ton gas CO<sub>2</sub> secara langsung ke udara. Pada tahun 1980-an, Professor Joseph Davidovits menemukan sebuah perekat alternatif pengganti semen yang dikenal dengan geopolimer. Pembuatan material geopolimer menggunakan bahan yang banyak mengandung unsur-unsur silikon dan alumunium. Unsur-unsur tersebut banyak ditemukan pada limbah industri, seperti abu terbang dan abu sawit.

Provinsi Riau merupakan salah satu produsen CPO (*crude palm oil*) terbesar di Indonesia. Menurut data dari Dinas Perkebunan Riau, luas area perkebunan kelapa sawit hingga akhir tahun 2020 mencapai 2.850.003 hektar. Jumlah pabrik kelapa sawit di Riau sebanyak 146 buah dengan kapasitas produksi sebesar 6.254 ton per jam. Salah satu cara menekan jumlah POFA dan mencegah kerusakan lingkungan adalah dengan memanfaatkan POFA sebagai bahan stabilisasi tanah. POFA dapat digunakan sebagai pozzolan, yaitu bahan halus yang mengandung silika dan alumina yang dapat bereaksi dan membentuk bahan semen. POFA mengandung silikon dioksida yang tinggi dan berpotensi untuk digunakan sebagai bahan pengganti semen[1]. POFA adalah bahan pozzolanic yang menjanjikan dan banyak tersedia di seluruh bagian dunia. Pemanfaatan POFA yang tepat dapat mengurangi penggunaan semen dan mengurangi volume limbah sehingga sangat bermanfaat bagi kelestarian lingkungan[3].

Mortar geopolimer dapat dijadikan alternatif mortar konvensional berbahan dasar silika dan alumina yang diaktifkan oleh larutan alkali. Sifat-sifat mortar

geopolimer dipengaruhi oleh jenis dan dosis aktivator, modulus aktivator, suhu perawatan, lama waktu perawatan, dan kadar air dalam larutan. Dosis dan modulus aktivator juga mempengaruhi kuat tekan dan sifat-sifat mekanis beton geopolimer. Penggunaan bahan dasar yang berbeda memberikan komposisi aktivator yang berbeda pula untuk mendapatkan kuat tekan tinggi.

**Tabel 1.** Spesifikasi Mortar

Tipe mortar	Kuat Tekan Minumun	Aplikasi
Mortar Tipe M	17,2 MPa (kuat tekan tinggi)	Untuk dinding dekat tanah, adukan pipa air kotor, adukan dinding penahan tanah, adukan untuk jalan.
Mortar Tipe S	12,4 MPa (kuat tekan sedang)	Bila tidak diisyaratkan menggunakan tipe M tetapi diperlukan daya rekat tinggi serta adanya gaya samping.
Mortar Tipe N	5,2 Mpa	Untuk pasangan dinding terlindung dan tidak menahan beban.
Mortar Tipe O	2,5 MPa (kuat tekan rendah)	Untuk konstruksi dinding yang tidak menahan beban lebih dari 7 Kg/cm <sup>2</sup> , dan gangguan cuaca tidak berat.

Sumber: ASTM C270, SNI 03-6882-2002

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah metode penelitian kuantitatif. Dimana penelitian kuantitatif berlandaskan pada filsafat positivisme, dipakai untuk meneliti pada populasi maupun sampel tertentu, pengumpulan data menggunakan alat ukur penelitian, analisis data bersifat kuantitatif/statistik, 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. Campuran terdiri dari pasir, abu sawit, alkali aktivator (NaOH, Si<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, air), variasi PCC dari berat abu sawit. Selanjutnya membuat job mix untuk menentukan banyak nya bahan yang di butuhkan, setelah mendapatkan job mix dilakukan pembuatan sampel mortar dengan cetakan ukuran 5x5x5 cm. Proses pencampuran dilakukan dengan mesin pengaduk. Abu sawit, pasir dan variasi % PCC diaduk hingga tercampur rata. Larutan alkali dituangkan kedalam campuran abu sawit, pasir dan

PCC kemudian diaduk hingga seluruh bahan tercampur rata dan dalam kondisi lembab. Campuran mortar kemudian dimasukkan ke dalam cetakan hingga penuh dan padat. Kemudian sampel yang ada dicetakan, diletakkan pada suhu ruang selama 3 hari (*rest period*). Sampel dikeluarkan dari cetakan dan pada saat itu dimulailah perhitungan hari pengujian selama 28 hari. Pengujian yang dilakukan berupa uji kuat tekan.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian material yang digunakan untuk pembuatan mortar adalah karakteristik material agregat halus, pengujian pemeriksaan ini dilakukan di Laboratorium Teknik Sipil Universitas Pasir Pengaraian. Pengujian dilakukan untuk mengetahui karakteristik dan spesifikasi agregat halus. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel berikut.

**Tabel 2.** Hasil Pengujian Karakteristik Agregat Halus

No	Jenis pengujian	Hasil pemeriksaan	Standar spesifikasi	Keterangan
1	Kadar Lumpur (%)	1,8%	< 5%	Memenuhi
2	Berat Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )			
	a. <i>Apparent specific gravity</i>	2,77	2,58 - 2,84	Memenuhi
	b. <i>Bulk specific gravity on dry</i>	2,58	2,58 - 2,85	Memenuhi
	c. <i>Bulk specific gravity on SSD</i>	2,58	2,58 - 2,86	Memenuhi
	d. <i>Absorption (%)</i>	4,2	2 - 7	Memenuhi
3	Kadar air (%)	4,56	3 - 5	Memenuhi
4	Berat Volume (gr/cm <sup>3</sup> ) Kondisi gembur	1,71	1,4 - 1,9	Memenuhi

### 1. Hasil pengujian kadar lumpur agregat halus

Pengujian kadar lumpur ini mengacu pada (ASTM C 142, 1998). Kadar lumpur agregat halus sebesar 1,8%, dan nilai ini memenuhi standar spesifikasi kadar lumpur yaitu 5%. Lumpur yang menempel pada permukaan agregat dapat menghalangi terjadinya lekatan yang baik antara agregat dan pasta semen. Nilai kadar lumpur menandakan kandungan lempung pada agregat, semakin tinggi persentase kadar lumpur semakin tinggi pula kandungan lempung yang terdapat pada agregat. Dengan demikian agregat ini dapat digunakan sebagai komposisi material mortar.

### 2. Hasil pengujian berat jenis agregat halus

Pengujian berat jenis agregat halus ini mengacu pada (SNI 03-1970, 1990). Pada SNI 03-1970-1990, berat jenis bertujuan untuk menentukan berat

jenis curah, berat jenis kering permukaan jenuh, berat jenis semu, dan angka penyerapan dari agregat halus. Berat jenis yang digunakan untuk komposisi material mortar adalah *bulk specific gravity on SSD*. Data dan hasil perhitungan dari pengujian berat jenis pada penelitian ini adalah 2,58 dapat dilihat pada Lampiran 1-B. Nilai ini masuk ke dalam nilai standar spesifikasi berat jenis yaitu 2,58–2,86. Hasil pemeriksaan penyerapan (*absorption*) pada penelitian ini sebesar 2,66%. Nilai ini tidak memenuhi standar spesifikasi penyerapan yaitu 2–7%. Absorpsi agregat mempengaruhi daya lekat antara agregat dan pasta semen.

### **3. Hasil Pengujian Kadar Air Agregat Halus**

Pengujian kadar air agregat halus ini mengacu pada (SNI 03-1971, 1990). Kadar air pada agregat halus akan berpengaruh pada penyerapan yang dilakukan, semakin banyak kadar air yang terkandung pada agregat maka semakin kecil penyerapan yang dilakukan. Kadar air agregat halus pada penelitian ini sebesar 4,56%. Data dan perhitungan dapat dilihat pada Lampiran 1-C. Kadar air agregat halus ini memenuhi standar spesifikasi kadar air agregat yaitu 3–5%. Sehingga pada saat pencampuran, air yang ditambahkan harus dikontrol agar tidak mempengaruhi ikatan antar butiran yang terjadi.

### **4. Hasil Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus**

Pengujian Analisa Saringan Agregat Halus ini mengacu pada (SNI 03-1968, 1990). Hasil dari pengujian analisa saringan agregat halus didapatkan nilai modulus kehalusan agregat halus. Hasil dari nilai tersebut yang diperoleh pada penelitian ini sebesar 3,8. Nilai ini memenuhi standar spesifikasi spesifikasi agregat halus yaitu pada rentang 1,5–3,8.

### **5. Hasil Pengujian Berat Volume Agregat Halus**

Pengujian berat volume agregat halus ini mengacu pada (SNI 03-4804, 1998). Berat volume agregat halus sebesar 1,71 gr/cm<sup>3</sup> memenuhi standar spesifikasi berat volume agregat halus yaitu 1,4 gr/cm<sup>3</sup> s/d 1,9 gr/cm<sup>3</sup>.

### **6. 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 yang berasal dari Pabrik Kelapa Sawit (PKS) Era Sawita, Riau terdapat pada Tabel 5.2. Berdasarkan analisis kimia abu

sawit diperoleh nilai SiO<sub>2</sub> sebesar 43,0%. Total SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dan Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> adalah 50,63%, yang menunjukkan bahwa abu sawit tersebut telah memenuhi syarat kimia *pozzolan* yang selanjutnya dapat bereaksi dengan Ca (OH)<sub>2</sub> 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 berikut.

**Tabel 3.** Komposisi Kimia dari Abu Sawit PT. ERA SAWITA

No	Parameter Uji	Satuan	Hasil Analisa
1	Silikon Dioksida (SiO <sub>3</sub> )	%	46,41
2	Aluminium Oksida (Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	7,47
3	Besi (III) Oksida (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	%	1,15
4	Kalsium Oksida (CaO)	%	5,71
5	Potassium Oksida (K <sub>2</sub> O)	%	2,37
6	Posfat Pentaoksida (P <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	%	0,93
7	Kadar air	%	10,36

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

## 7. Pembuatan Larutan NaOH

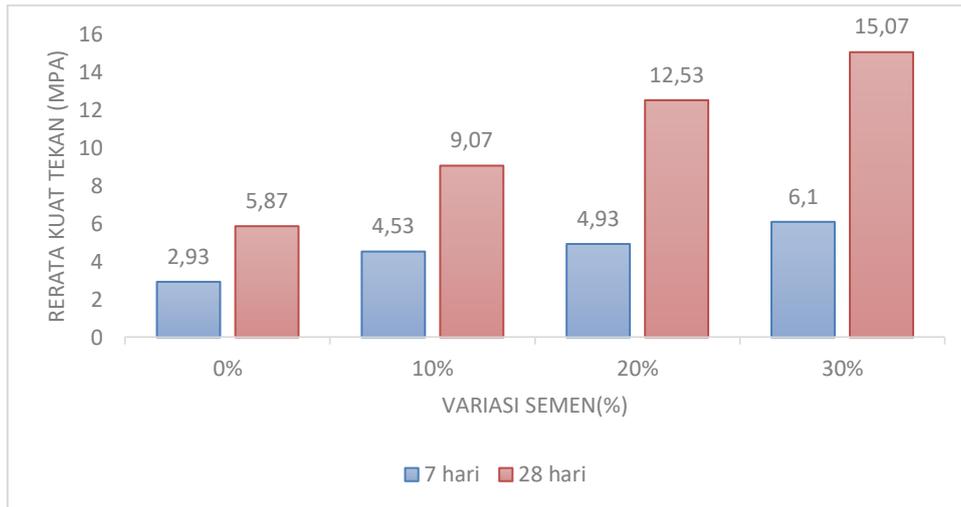
Penelitian ini menggunakan NaOH dengan konsentrasi 14 Molar untuk campuran benda uji. Padatan NaOH dilarutkan ke air 1000 ml dengan campuran sebagai berikut.

NaOH 14 Molar = 1000 ml Air + 560gram padatan NaOH

Larutan NaOH disimpan selama satu hari untuk melepaskan panas eksoterm yang terjadi akibat proses pelarutan. Larutan NaOH kemudian disimpan pada wadah yang diletakkan pada kondisi suhu ruang[1].

## 8. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan Mortar terdiri dari 24 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 7 dan 28 hari dengan variasi semen yang berbeda. dapat di lihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Hasil Rerata Kuat Tekan 7 Hari

Dapat di lihat pada gambar 1 bahwa kuat tekan mortar pada umur 7 dan 28 hari memiliki angka yang tinggi pada variasi semen 30%, sedangkan angka yang terendah pada variasi semen 0%.

Pada dasarnya semen merupakan bahan pengikat maka dari itu dengan bertambahnya variasi semen maka kuat tekannya semakin tinggi.

### KESIMPULAN

Berdasarkan analisis data dan pembahasan mengenai analisis kuat tekan mortar geopolimer abu sawit dengan variasi semen.

1. Campuran mortar geopolimer di uji berdasarkan standar pengujian dengan menghasilkan Si, Al, Ca
2. Hasil kuat tekan mortar geopolimer abu sawit variasi semen 0% adalah 5,87 MPa didapatkan spesifikasi mortar tipe N (Untuk pasangan dinding terlindung dan tidak menahan beban). Variasi semen 30% adalah 15,07 Mpa didapatkan spesifikasi mortar tipe S (Bila tidak diisyaratkan menggunakan tipe M tetapi diperlukan daya rekat tinggi serta adanya gaya samping).

### UCAPAN TERIMA KASIH

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

1. Kedua orang tua saya, yang senantiasa mendukung baik secara moril maupun materil
2. Civitas Akademik Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian.

3. Tim Laboratorium Teknologi Bahan, Fakultas Teknik Universitas Pasir Pengaraian.
4. Tim Laboratorium Teknologi Bahan, Fakultas Teknik Universitas Riau
5. Balai Riset Industri Padang, Sumatra Barat.
6. PT. Era Sawita Kabupaten Rokan Hulu

## **BIBLIOGRAFI**

- [1] Satya, Y, S, D. (2015). Durabilitas Mortar Geopolimer Campuran Abu Terbang (Fa) Dan Abu Sawit (Pofa) Di Lingkungan Gambut
- [2] Putri, H., (2014). Karakteristik Mortar Geopolimer Abu Sawit Dengan Variasi Modulus Aktivator (Doctoral dissertation, Riau University).
- [3] Sianturi, R., (2017). *Kuat Tekan Dan Sifat Fisik Beton Opc, Opc Pofa, Dan Pcc Menggunakan Air Gambut Sebagai Air Pencampur Beton* (Doctoral dissertation, Riau University).
- [4] Fitri, J. (2016). Perancangan Mortar Geopolimer Abu Sekam. Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains, 3(2), 1-8.
- [5] Herwani, H. (2018). Efektivitas Superplasticizer Terhadap Workabilitas Dan Kuat Tekan Beton Geopolimer. Portal: Jurnal Teknik Sipil, 10(2), 12-18.
- [6] Syarif, H. A. (2016). Kuat Tekan Paving Block Geopolimer Abu Sawit (Palm Oil Fuel Ash) Dengan Perawatan Suhu Ruang. Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Teknik dan Sains, 3(1), 1-9.
- [7] SNI-03-1968-1990. (2010). Metode Pengujian Tentang Analisa Saringan Agregat Halus dan Kasar. Kontruksi Sipil.
- [8] SNI-03-1969-1990. (2010). NoMetode Pengujian Berat Jenis dan Penyerapan Agregat Kasar Praktikum Teknologi Bahan beton 2010. Kontruksi Sipil.
- [9] SNI-03-1974-1990. (2010). Metode Pengujian Kuat Tekan Beton. Kontruksi Sipil.
- [10] SNI-1970-2008. (2008). Cara uji berat jenis dan penyerapan air agregat halus.