

## **Analisis Pengaruh Penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit terhadap Sifat Mekanik Mortar Geopolimer Tanah Liat**

**Edowinsyah<sup>1\*</sup>, Adji Febrien Padilah<sup>2</sup>**

<sup>1)</sup> Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Pagar Alam  
Jl. Masik Siagim No. 75 Simpang Mbacang Kel. Karang Dalo  
Kec. Dempo Tengah Kota Pagar Alam, Sumatera Selatan  
Email: edopga18@gmail.com<sup>1\*</sup>, adjifadila112@gmail.com<sup>2</sup>

### **ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur pengaruh variasi penambahan Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) terhadap nilai kuat tekan beton mortar geopolimer tanah liat. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental dengan variasi komposisi (TKKS) dan agregat halus sebesar 1:2. Aktivator alkali yang digunakan adalah  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  dan  $\text{NaOH}$  dengan perbandingan 1:1 dan molaritas 12 M. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur benda uji 3, 7, 14, 21, dan 28 hari, Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuat tekan optimum tercapai pada umur 28 hari dengan variasi penambahan serat 0,5% sebesar 4,13 Mpa. Variasi penambahan serat 0,8% dan 1% menghasilkan kuat tekan berturut-turut sebesar 3,60 Mpa dan 3,47 Mpa. Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa terdapat korelasi negatif antara penambahan TKKS dan kuat tekan mortar geopolimer. Penurunan kuat tekan ini diduga disebabkan oleh penurunan kepadatan mortar akibat adanya rongga yang terbentuk akibat penyusutan serat.

**Kata kunci:** Mortar Geopolimer, Tanah Liat, Tandan Kosong Kelapa Sawit.

### **ABSTRACT**

*This research aims to measure the effect of variations in the addition of Palm Oil Empty Bunches Fiber (TKKS) on the compressive strength value of geopolimer clay concrete mortar. The research method used was experimental with variations in composition (TKKS) and fine aggregate of 1:2. The alkali activator used was  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  and  $\text{NaOH}$  with a ratio of 1:1 and a molarity of 12 M. Compressive strength testing was carried out at the age of the specimens at 3, 7, 14, 21 and 28 days. The results showed that the optimum compressive strength was achieved at the age of 28 days with variations the addition of 0.5% fiber is 4.13 Mpa. Variations in fiber addition of 0.8% and 1% produce compressive strengths of 3.60 Mpa and 3.47 Mpa respectively. Based on the research results, it can be concluded that there is a negative correlation between the addition of TKKS and the compressive strength of geopolimer mortar. This decrease in compressive strength is thought to be caused by a decrease in mortar density due to voids formed due to fiber shrinkage.*

**Keywords:** Geopolymer Mortar, Clay, Palm Oil Empty Bunches

## **Pendahuluan**

Beton telah menjadi material yang sangat strategis (Simatupang et al. 2019), dalam pembangunan infrastruktur di era industri 4.0, Sifat-sifat unggul beton, seperti kuat tekan yang tinggi dan kemudahan pengerjaan, menjadikannya material yang sangat populer (Lumingkewas, 2023). Untuk meningkatkan efisiensi dan keberlanjutan penggunaan beton, berbagai inovasi terus dikembangkan, salah satunya adalah dengan memanfaatkan potensi bahan limbah sebagai bahan tambahan dalam campuran beton (Hamdi et al. 2022)

Sumatera Selatan, khususnya Kabupaten Lahat, merupakan salah satu sentra produksi minyak kelapa sawit terbesar di Indonesia (MANUNGGAL and DISTRICT n.d.). Minyak kelapa sawit mentah (CPO) yang dihasilkan dari wilayah ini merupakan bahan baku penting untuk berbagai industri. Namun, limbah padat hasil pengolahan kelapa sawit, seperti tandan kosong kelapa sawit (TKKS), masih menjadi tantangan dalam pengelolaan lingkungan dan belum dimanfaatkan secara optimal untuk menciptakan nilai tambah.

Pada penelitian ini digunakan Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS) sebagai bahan campuran mortar geopolimer tanah liat. Sejauh ini belum banyak penelitian tentang faktor-faktor yang mempengaruhi mortar geopolimer campuran tandan kosong kelapa sawit, padahal pengetahuan mengenai faktor-faktor ini penting, untuk menghasilkan mortar geopolimer tanah liat dengan campuran tanda kosong kelapa sawit. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menggali potensi pemanfaatan limbah tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai bahan campuran dalam pembuatan beton mortar geopolimer tanah liat. Dengan mengetahui pengaruh penambahan serat TKKS terhadap kekuatan beton, diharapkan dapat dikembangkan material bangunan yang lebih ramah lingkungan dan bernilai tambah.

## **Metode Penelitian**

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental yang dilakukan di laboratorium Institut Teknologi Pagar Alam. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh variasi penambahan serat tandan kosong kelapa sawit (TKKS) terhadap kuat tekan mortar geopolimer tanah liat dengan perbandingan binder (TKKS) dan agregat halus 1:2, serta menggunakan aktivator basa  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  dan  $\text{NaOH}$  dengan perbandingan 1:1 dan konsentrasi molar 12 M. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.

Tahap awal penelitian ini adalah persiapan bahan dan alat. Bahan-bahan yang digunakan meliputi tanah liat, agregat halus, serta tandan kosong kelapa sawit (TKKS) sebagai bahan tambahan. Aktivator alkali berupa  $\text{NaOH}$  dan  $\text{Na}_2\text{SiO}_3$  juga disiapkan. Sebelum proses penelitian dimulai, dilakukan pemeriksaan terhadap kesiapan semua alat dan bahan yang akan digunakan.

### Perlakuan Terhadap Serat TKKS

Pada persiapan serat untuk campuran mortar geopolimer tanah liat ini, perlakuan yang dilakukan pada serat Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) yang baru dikeluarkan dari pabrik kelapa Sawit (PKS) yaitu dianginkan terlebih dahulu, kemudian untuk melepaskan kandungan minyak yang tersisa di TKKS nya dilakukan pencucian seratnya kemudian dilakukan pemotongan serat dengan panjang serat 1-2 cm, lalu perebusan selama 2 jam, setelah itu didinginkan terlebih dahulu lalu ditiriskan kemudian diangkat lalu dianginkan lagi Setelah proses dianginkan minimal 24jam , kemudian di rendam dengan larutan alkali yaitu NaOH. NaOH sebanyak 5% dilarutkan dalam 1 liter pelarut air. Serat direndam dengan larutan NaOH selama 24 jam (Ir Bambang Sujatmiko 2019)

### Proporsi Material

Proses pembuatan mortar geopolimer dimulai dengan penimbangan dan pencampuran bahan-bahan sesuai dengan proporsi yang telah ditentukan. Dalam penelitian ini, perbandingan agregat halus terhadap prekursor ditetapkan sebesar 2:1, sedangkan rasio NaOH terhadap Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> adalah 1:1 dengan konsentrasi NaOH 12M.

**Tabel 1.** Komposisi Campuran TKKS pada Mortar Geopolimer Tanah Liat

Kode	Prekursor			
	TKKS (%)	Tanah Liat (gr)	Alkali Aktivator (gr)	Agregat Halus (gr)
A <sub>1</sub>	0,5	66,7	12,5	133,3
A <sub>2</sub>	0,8	66,7	12,5	133,3
A <sub>3</sub>	1	66,7	12,5	133,3

Keterangan :

A<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>, A<sub>3</sub> = Campuran Serat TKKS

### Pembuatan Benda Uji

Pada setiap tingkat kadar dan variasi, dibuat 3 sampel yang berbeda. Karakteristik rata-rata dari ketiga sampel ini kemudian digunakan sebagai representasi untuk kadar dan variasi tersebut. Tahap awal pembuatan adalah mencampurkan pasir dan prekursor secara merata selama 3 menit dengan kecepatan rendah. Setelah itu, larutan NaOH dan Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> ditambahkan dan campuran diaduk kembali dengan kecepatan sedang selama 50 menit, kemudian ditingkatkan kecepatannya menjadi tinggi selama 10 menit (Rachmalia 2018).

Setelah proses pengadukan selesai, campuran mortar dituang ke dalam cetakan kubus secara bertahap sebanyak tiga lapisan (Kusdhianto and Chalid 2021). Serat TKKS ditambahkan pada setiap lapisan dan dipadatkan bersamaan dengan mortar. Permukaan spesimen kemudian diratakan menggunakan sendok. Setelah dibiarkan selama 24 jam dalam kondisi ruangan, cetakan dibuka dan benda uji siap untuk diuji.

### **Perawatan Benda Uji**

Setelah dicetak, benda uji ditempatkan dalam wadah tertutup pada suhu ruangan, terlindung dari sinar matahari langsung dan hujan. Setiap benda uji dibungkus dengan plastik untuk menjaga kelembapan selama masa perawatan (Wijiastuti 2019). Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.

### **Pengujian Karakteristik Mortar**

#### **a. Berat Jenis Mortar**

Berat jenis merupakan perbandingan antara massa suatu benda dengan volume. Sebelum dilakukan uji kuat tekan, benda uji dikeluarkan dari plastik pembungkusnya lalu dikeringkan di bawah sinar matahari selama 5 jam untuk mendapatkan kondisi permukaan yang kering secara merata. Setelah proses pengeringan selesai, benda uji kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital untuk memperoleh berat jenis..

#### **b. Kuat Tekan Mortar**

Setelah seluruh pengujian pendahuluan seperti pengujian berat jenis selesai dilakukan, barulah dilakukan pengujian kuat tekan pada mortar (Sutama and Oemiati 2022). Pengujian kuat tekan ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas maksimum yang dapat ditahan oleh mortar terhadap beban tekan. Pengujian dilakukan pada beberapa umur mortar, yaitu pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari.

Benda uji berbentuk kubus yang telah dijemur sampai kering permukaan dan prosese pengujian berat jenis kemudian ditempatkan pada mesin uji kuat tekan mortar. Mesin dihidupkan dan secara perlahan memberikan tekanan pada benda uji hingga benda uji tersebut hancur. Nilai kuat tekan maksimum yang tercatat pada mesin kemudian dicatat sebagai hasil pengujian. Setelah pengujian selesai, sisa-sisa benda uji dikeluarkan dari mesin.

## **Hasil dan Pembahasan**

### **Hasil Pengujian Berat Jenis**

Hasil dari pengujian berat jenis terhadap umur perawatan tertuang pada tabel 2 berikut

**Tabel 2.** Hubungan Berat Jenis Mortar Terhadap Umur Pengujian

Kode	Berat Jenis Mortar Geopolimer tiap waktu pengujian				
	3	7	14	21	28
A <sub>1</sub>	1,97	1,99	1,99	2,05	2,05

A <sub>2</sub>	1,97	1,97	1,97	2,03	2,03
A <sub>3</sub>	1,92	1,93	1,97	1,99	2,00

Sumber: Analisi data (2024)

Berdasarkan data yang diperoleh, terlihat adanya tren peningkatan berat jenis beton seiring dengan bertambahnya umur perawatan. Sebaliknya, penambahan serat TKKS pada campuran mortar mengakibatkan penurunan nilai berat jenis.

### Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

Pengujian kuat tekan dilakukan pada mortar geopolimer dengan tujuan untuk mengukur kapasitas maksimum yang dapat ditahan oleh mortar tersebut terhadap beban tekan. Pengujian dilakukan pada beberapa umur mortar, yaitu pada umur 3, 7, 14, 21, dan 28 hari. Untuk hasil pengujian kuat tekan dapat dilihat pada tabel 3

**Tabel 3** Hubungan Kuat Tekan Terhadap Penambahan Serat

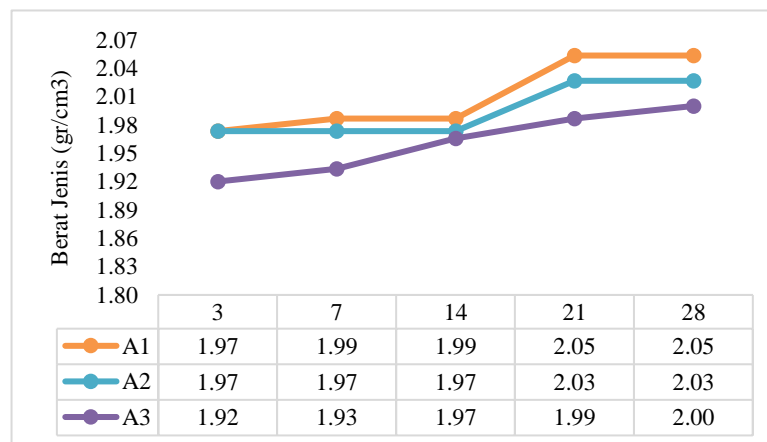
Kode	Kuat Tekan (Mpa)				
	3	7	14	21	28
A <sub>1</sub>	2,53	2,93	3,20	3,47	4,13
A <sub>2</sub>	2,4	2,80	3,07	3,33	3,60
A <sub>3</sub>	2,13	2,67	2,93	3,20	3,47

Sumber: Analisi data (2024)

Analisis data pengujian kuat tekan menunjukkan adanya korelasi positif antara umur perawatan dan kuat tekan mortar. Sampel A1 mencatat nilai kuat tekan tertinggi sebesar 4,13 MPa, sedangkan nilai terendah sebesar 3,47 MPa tercatat pada sampel A3.

### Korelasi antara berat jenis dan umur pengujian

Gambar 1 menampilkan kurva yang menggambarkan pengaruh umur terhadap berat jenis

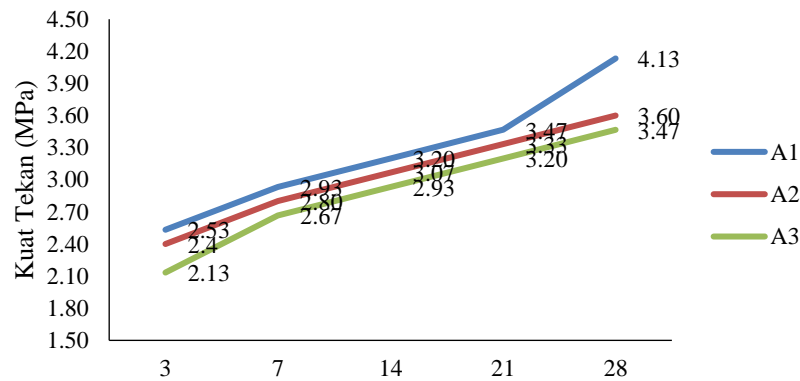


**Gambar 1.** Hubungan Berat Jenis Terhadap Umur Uji

Gambar 1 menunjukkan bahwa berat jenis mortar tanah liat geopolimer semakin besar ketika waktu perawatannya semakin lama. Hal ini terjadi karena reaksi kimia yang membentuk material menjadi semakin kuat dan rapat (Edowinsyah and Firdaus 2021). Dimana pada kode A1 berat jenis tertinggi pada umur 28 hari dengan berat 2,05 gram/cm<sup>3</sup> dan berat terendah pada kode A3 dengan berat 1,92 gram/cm<sup>3</sup>.

### Korelasi antara kuat tekan dan umur pengujian morta

Gambar 2 di bawah ini menunjukkan bagaimana kekuatan mortar berubah seiring bertambahnya waktu pengujian.



**Gambar 2.** Hubungan Kuat Tekan Mortar terhadap Umur Pengujian

Hasil pengujian pada Gambar 2 menunjukkan bahwa penambahan serat pada mortar geopolimer tidak selalu meningkatkan kekuatan. Sebaliknya, penambahan serat dalam jumlah yang terlalu banyak justru dapat melemahkan mortar karena serat-serat tersebut menciptakan rongga di dalam mortar

### Simpulan

Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan serat TKKS pada mortar geopolimer tanah liat memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kuat tekan. Kuat tekan maksimum sebesar 4,13 MPa dengan penambahan serat 0,5% yang diuji pada umur 28 hari. Namun, kuat tekan menurun seiring dengan peningkatan persentase serat menjadi 0,8% dan 1%. Penurunan kuat tekan ini diduga disebabkan oleh pembentukan rongga-rongga akibat penyusutan serat TKKS, yang mengakibatkan penurunan kepadatan dan kekuatan ikatan antar partikel mortar.

### Daftar Pustaka

- Edowinsyah, and Firdaus. 2021. "Lightweight Mortar Geopolimer Based On Fly Ash And Palm Ash." *Jurnal Tekno* 18(2).
- Hamdi, Fauzan et al. 2022. *Teknologi Beton*. Tohar Media.

- Ir Bambang Sujatmiko, M T. 2019. *Teknologi Beton Dan Bahan Bangunan*. Media Sahabat Cendekia.
- Kusdhianto, Eris, and Abdul Chalid. 2021. "Analisis Penggunaan Timbunan Mortar Busa Pada Pembangunan Flyover Jalan Pelajar Pejuang 45–Jalan Gatot Subroto Kota Bandung." In *Seminar Nasional Ketekniksipilan, Infrastruktur Dan Industri Jasa Konstruksi (KIIJK)*, 367–75.
- Lumingkewas, Riana Herlina. 2023. *BETON SERAT: Inovasi Dalam Konstruksi Modern*. Penerbit NEM.
- Manunggal, Jaya Village Cooperation Fkkm, And Musi Banyuasin District. "Analisa Kelayakan Finansial Peremajaan Sawit Dengan Skema Tabungan Petani Di Kud Mukti Jaya Fkkm Manunggal Kabupaten Musi Banyuasin Financial Feasibility Analysis Of Palm Oil."
- Rachmalia, Qoyyum. 2018. "Pengaruh Urutan Penambahan Alkali Aktivator Pada Beton Geopolimer Berbahan Dasar Fly Ash Tipe C."
- Simatupang, Partogi H, Tri M W Sir, Julius F A Kompas, and Very A Wadu. 2019. "Building Information Modeling (Bim) Software Pada Perancangan Gedung Beton Bertulang Untuk Mendukung Industri 4.0 Dalam Bidang Jasa Konstruksi." *SAINSTEK* 4(1): 278–89.
- Sutama, Adji, and Nurnilam Oemiati. 2022. "Studi Mikrostruktur Beton Ringan Geopolimer Dengan Scanning Electron Microscope (SEM) Dan X-Ray Diffraction (XRD)." *Jurnal Deformasi* 7(2): 145–60.
- Wijiastuti, Yuni. 2019. "Pengaruh Jenis Air Rendaman Terhadap Kuat Tekan Mortar Busa Sebagai Pengganti Timbunan Pada Konstruksi Jalan."