

# Pengaruh Limbah Karbit dan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Precursor Terhadap Kuat Tekan Mortar Geopolimer

DELLA NANDA AMELYA<sup>1</sup>, ERMA DESIMALIANA<sup>2</sup>

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil (Institut Teknologi Nasional Bandung)
  2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil (Institut Teknologi Nasional Bandung)
- Email: della.nanda@mhs.itenas.ac.id

## ABSTRAK

*Beton geopolimer merupakan material inovatif yang ramah lingkungan karena tidak menggunakan semen Portland, melainkan memanfaatkan limbah industri seperti fly ash, limbah karbit, dan abu sekam padi. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari. Kuat tekan meningkat seiring bertambahnya waktu, dengan fly ash sebagai komponen utama yang berkontribusi signifikan terhadap peningkatan kuat tekan. Penambahan limbah karbit dan abu sekam padi berpengaruh terhadap kuat tekan, meskipun tidak seefektif fly ash. Beton geopolimer berbahan dasar limbah industri memiliki potensi besar sebagai alternatif material konstruksi yang berkelanjutan.*

**Kata kunci:** beton geopolimer, limbah karbit, abu sekam padi, kuat tekan.

## 1. PENDAHULUAN

Dunia konstruksi terus berinovasi dengan material baru yang lebih ramah lingkungan. Beton geopolimer menjadi pengganti semen Portland karena proses produksi yang lebih rendah emisi karbon dan pemanfaatan limbah industri. Limbah industri, seperti limbah karbit dan abu sekam padi memiliki kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) dan alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ) yang tinggi berpotensi sebagai pengganti sebagian dalam campuran beton.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Beton

Beton adalah material komposit yang terdiri dari semen sebagai bahan pengikat, agregat halus dan agregat kasar sebagai bahan pengisi, serta air sebagai pelarutnya. Menurut SNI 2847:2013, beton adalah campuran semen Portland atau semen hidrolis lainnya, agregat halus, agregat kasar, dan air, dengan atau tanpa bahan campuran tambahan (*admixture*). Campuran paling sederhana adalah pasta hasil reaksi antara semen dan air. Penambahan agregat halus menghasilkan mortar, dan penambahan agregat kasar menghasilkan beton.

### 2.2 Beton Geopolimer

Beton geopolimer adalah material bangunan inovatif yang memanfaatkan bahan-bahan alami yang dicampur alkali aktivator, akan membentuk material pengikat yang kuat, tahan lama, dan menggantikan peran semen dalam pembuatan beton. Beton geopolimer merupakan beton geosintetik yang tidak menggunakan semen sebagai bahan dasarnya, tetapi bahan pozzolan seperti *fly ash*.

### 2.3 Limbah Karbit

Limbah karbit adalah residu yang dihasilkan dari reaksi kimia antara kalsium karbida ( $\text{CaC}_2$ ) dengan air yang menghasilkan gas asetilin ( $\text{C}_2\text{H}_2$ ) yang digunakan dalam proses pengelasan, pemotongan besi, dan mematangkan buah. Limbah karbit digolongkan dalam jenis kapur padam yang mengandung kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ) 46,79% yang merupakan bahan dasar dalam pembuatan semen dan bahan dasar lainnya seperti silika ( $\text{SiO}_2$ ), alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_2$ ), dan oksidasi besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_2$ ).



**Gambar 1. Bentuk Karbit**



**Gambar 2. Limbah Karbit**

### 2.4 Abu Sekam Padi

Kulit padi atau sekam merupakan lapisan luar padi yang terbuang karena butirnya tidak halus, memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan. Kandungan silika ( $\text{SiO}_2$ ) 82,92% yang tinggi pada abu sekam padi sangat baik sebagai pupuk, dan sebagai bahan campuran mortar untuk meningkatkan kualitas konstruksi.



**Gambar 3. Sekam Padi**

### 2.5 Abu Terbang (*Fly Ash*)

Abu terbang (*fly ash*) adalah hasil samping pembakaran batu bara di industri, berbentuk serbuk halus berwarna keabu-abuan, dan bersifat pozzolanik. Kandungan silika (Si) 58,20%, serta

alumina ( $\text{Al}_2\text{O}_3$ ), besi ( $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ), dan kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ) menjadikannya komponen penting dalam campuran mortar geopolimer.

## 2.6 Agregat

Agregat adalah butiran batu atau pasir yang dicampur dengan semen dan air untuk membuat campuran beton. Berdasarkan ukuran butirannya, agregat kasar yang meningkatkan kekuatan, dan stabilitas beton, serta agregat halus yang mengisi celah antar agregat kasar dan membantu proses pengerjaan campuran beton.

## 2.7 Alkali Aktivator

Aktivator berperan penting dalam pembuatan mortar geopolimer sebagai pemicu reaksi antara material, khususnya yang mengandung silika (Si) dan alumina (Al). Alkali aktivator yang digunakan natrium hidroksida (NaOH) membantu pembentukan ikatan geopolimer dan sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) bereaksi dengan silika (Si) dan alumina (Al) dalam *fly ash*.

## 2.8 Kuat Tekan

Kuat tekan adalah kemampuan beton untuk menahan beban tekan tanpa kerusakan dan parameter penting dalam evaluasi mutu serta kekuatan struktur beton. Faktor yang mempengaruhi kuat tekan beton meliputi factor air semen, umur beton, jenis semen, jumlah pasta semen, dan sifat agregat.

# 3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui pengaruh substitusi sebagian *fly ash* dengan limbah karbit dan abu sekam padi terhadap kekuatan tekan mortar geopolimer. Mortar geopolimer dibuat dengan alkali aktivator natrium hidroksida (NaOH) 10M dan sodium silikat ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ) dengan perbandingan 1:2. Pengujian kuat tekan dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari.

# 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

## 4.1 Mix Design Mortar Geopolimer

Penelitian menggunakan metode eksperimental untuk merancang campuran mortar geopolimer, dengan berat jenis sebagai parameter penting dalam perhitungan komposisi. Proporsi campuran mortar terdiri dari 60% agregat dan 40% binder, dengan perbandingan *precursor* dan alkali aktivator 55% : 45%. Data berat jenis setiap material dapat dilihat pada Tabel 1, dan proporsi dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 1. Data Berat Jenis Setiap Material**

	Material	Berat Jenis	Satuan
Precursor	Fly Ash	2,674	gram/cc
	Limbah Karbit	2,213	gram/cc
	Abu Sekam Padi	2,163	gram/cc
Agregat Halus	Pasir Galunggung	2,523	gram/cm
Alkali Aktivator	NaOH	2,100	gram/cm
	$\text{Na}_2\text{SiO}_3$	2,400	gram/cm

**Tabel 2. Proporsi Campuran Mortar Geopolimer**

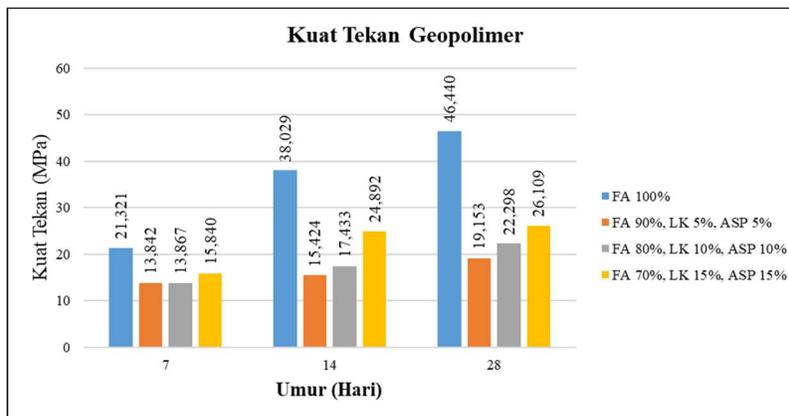
Variasi		MG 1	MG 2	MG 3	MG 4
Agregat Halus (gram)	Pasir Galunggung	189,225	189,225	189,225	189,225
	Fly Ash	73,535	66,182	58,828	51,475
Precursor (gram)	Limbah Karbit	0	3,043	6,086	9,129
	Abu Sekam Padi	0	2,974	5,948	8,922
Alkali Aktivator (gram)	NaOH	15,975	15,975	15,975	15,975
	Na <sub>2</sub> SiO <sub>3</sub>	36	36	36	36
TOTAL		314,735	313,399	312,062	310,726

#### 4.2 Kuat Tekan Geopolimer Umur 7, 14, 28 Hari

Pengujian kuat tekan geopolimer dilakukan pada umur 7, 14, dan 28 hari untuk mengetahui perkembangan peningkatan kuat tekan dengan campuran yang diuji meliputi persentase penggunaan *fly ash*, limbah karbit, dan abu sekam padi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa komposisi campuran dan umur pengujian berpengaruh terhadap kuat tekan yang dihasilkan, dengan hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3, dan Gambar 4. Sementara itu, pola keruntuhan akibat uji kuat tekan dapat dilihat pada

**Tabel 3. Kuat Tekan Geopolimer Umur 7, 14, dan 28 Hari**

Kode Sampel	Variasi			Kuat Tekan (MPa)		
	FA	LK	ASP	7 HARI	14 HARI	28 HARI
MG 1	100%	0%	0%	21,321	38,029	46,440
MG 2	90%	5%	5%	13,842	15,424	19,153
MG 3	80%	10%	10%	13,867	17,433	22,298
MG 4	70%	15%	15%	15,840	24,892	26,109



**Gambar 4. Kuat Tekan Geopolimer Umur 7, 14, dan 28 Hari**



**Gambar 5. Pola Keruntuhan Kuat Tekan**

## **5. KESIMPULAN**

Kuat tekan pada semua campuran meningkat secara signifikan dari umur 7 hari hingga 28 hari. Peningkatan kuat tekan menunjukkan bahwa ikatan kimia yang menyusun struktur geopolimer menjadi semakin kuat seiring berjalannya waktu. Komposisi bahan sangat mempengaruhi kuat tekan, dengan *fly ash* sebagai komponen utama penting dalam meningkatkan kuat tekan karena kandungan silika (Si) dan alumina (Al) yang bereaksi dengan alkali aktivator. Penambahan limbah karbit dan abu sekam padi dalam berbagai persentase dapat meningkatkan kuat tekan, meskipun tidak seefektif *fly ash*. Pengembangan lebih lanjut, disarankan menambahkan limbah karbit sebagai substitusi sebagian pada agregat halus.

## **DAFTAR RUJUKAN**

- Aswir Makmur, & Patriotika, F. (2023). *Analisa Kuat Tekan Beton Dengan Menggunakan Limbah Las Karbit Sebagai Pengganti Sebagian Semen*, 5(1), 96–106.
- Hamdi, F., Lapian, F. E., Tumpu, M., Mansyur, Irianto, Mabui, D. D. S., Raidyarto, A., Sila, A. A., Pérez, C., Aranceta, J., Serra, L., Carbajal, Á., Rangan, P. R., & Hamkah. (2022). 2021, Teknologi Beton. In *Tohar Media* (Vol. 1, Issue 1).
- Mahendra, P., & Risdianto, Y. (2019). Pemanfaatan Limbah Karbit Sebagai Material Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan Beton Normal. *Pemanfaatan Limbah Karbit Sebagai Material Pengganti Semen Terhadap Kuat Tekan*, 2 No. 2, 1–7.
- Musyaffa, F. (2024). Pengaruh substitusi limbah marmer dan abu sekam terhadap kekuatan dan biaya beton geopolimer. *Pengaruh Substitusi Limbah Marmer Dan Abu Sekam Terhadap Kekuatan Dan Biaya Beton Geopolimer*.
- Sandya, Y., Prihantono, & Musalamah, S. (2019). Penggunaan Abu Sekam Padi Sebagai Pengganti Semen Pada Beton Geopolimer. *Educ. Build. J. Pendidik. Tek. Bangunan Dan Sipil*, 5(2), 59–63.
- Taufik, H., Djauhari, Z., Sebayang, M., & Muhandis, M. (2017). Pengaruh Substitusi Limbah Karbit Terhadap Karakteristik Beton. *Jurnal Sainstek STT Pekanbaru*, 5, 5–35.
- Widyananto, E., Aziz, U. A., & Maarif, U. (2020). Pemanfaatan Limbah Karbit dan Abu Sekam Padi Sebagai Bahan Alternatif Pengganti Semen untuk Mortar Geopolimer. *Proceeding of The ...*, 349–353.