

Pengaruh Variasi Agregat Pada Beton Porous Dengan Campuran Semen Geopolimer berbahan Dasar Fly Ash

MUHAMMAD RIZQY LAZUARDI¹, BERNARDINUS HERBUDIMAN², EUNEKE WIDYANINGSIH³, SUBARI SUBARI⁴, JAKAH JAKAH⁵

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil (Institut Teknologi Nasional Bandung)
 2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil (Institut Teknologi Nasional Bandung)
 3. Dosen, Program Studi Teknik Sipil (Institut Teknologi Nasional Bandung)
 4. Peneliti, *Research Center for Geological Resources* (Badan Riset dan Inovasi Nasional)
 5. Peneliti, *Research Center for Geological Resources* (Badan Riset dan Inovasi Nasional)
- Email: rlazuardi72@gmail.com

ABSTRAK

Meningkatnya kebutuhan akan infrastruktur berkelanjutan saat ini merupakan upaya untuk mencegah kerusakan lingkungan dari segi konstruksi bangunan. Kombinasi penggunaan material beton porous dan geopolimer untuk menggantikan material beton konvensional diharapkan menjadi solusi agar terciptanya infrastruktur berkelanjutan dan mencegah kerusakan pada lingkungan. Penelitian ini memiliki tujuan untuk memahami interaksi variasi ukuran agregat yang digunakan pada campuran beton porous geopolimer berbahan dasar fly ash terhadap nilai kuat tekan. Tiga ukuran agregat digunakan dengan ukuran 0,075-2,5 mm, agregat 2,5-5 mm, dan agregat 5-10 mm diteliti dalam empat variasi perbandingan yaitu, 25% : 45% : 30%, 20% : 48% : 32%, 15% : 51% : 34%, dan 10% : 54% : 36% yang diuji pada umur 7, 14, dan 28 hari. Hasil dari penelitian yang dilakukan, diperoleh nilai kuat tekan optimum pada variasi 3 dengan komposisi agregat 0,075-2,5 mm sebanyak 15% dengan nilai sebesar 8,27 Mpa.

Kata kunci: Beton porous, geopolimer, variasi agregat, kuat tekan

1. PENDAHULUAN

Meningkatnya kebutuhan infrastruktur berkelanjutan di masa sekarang merupakan upaya untuk mencegah kerusakan lingkungan dari segi konstruksi bangunan. Penggunaan material beton *porous* untuk menggantikan penggunaan beton konvensional pada infrastruktur. Penggunaan beton *porous* dapat mengatasi masalah genangan air dan mendukung pengelolaan air hujan pada perkerasan. Selain itu penggunaan material geopolimer juga dapat mengurangi emisi gas rumah kaca dalam proses pembuatannya dan memanfaatkan limbah material seperti *fly ash*, abu sekam padi, limbah karbit, dan senyawa yang mengandung silika dan alumina lainnya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Beton *Porous*

Komposisi penyusun beton *porous* adalah semen portland atau semen hidrolik lainnya, agregat kasar, sedikit atau tidak menggunakan agregat halus, bahan *additive*, dan air. Beton *porous* memiliki porositas yang tinggi dikarenakan sifatnya yang berongga dengan persentase 15%-35% pada strukturnya. Hal ini menyebabkan nilai kuat tekannya lebih kecil dibanding beton konvensional, namun kemampuannya untuk mengalirkan air pada strukturnya lebih baik dibanding beton konvensional.



**Gambar 1. Perbandingan tekstur beton konvensional dan beton porous
(Sumber: Florida Concrete & Products Association, 2019)**

2.1 Beton Geopolimer

Material penyusun beton geopolimer terdiri dari agregat, *fly ash* atau bahan lain yang memiliki kandungan alumina dan silika, air, dan alkali aktivator berupa NaOH dan Na_2SiO_3 . Dalam pembuatan beton geopolimer, pencampuran bahan yang memiliki unsur alumina dan silika dengan reagen alkali memiliki peran penting untuk menciptakan kemampuan mengikat seperti halnya semen portland.

2.2 Abu Terbang (Fly Ash)

Fly ash merupakan material limbah dari pembakaran batu bara yang banyak digunakan sebagai bahan pozolanik (silika dan alumina) dan semen (pengikat). Komposisi kandungan *fly ash* meliputi unsur silika oksida (SiO_2), aluminium oksida (Al_2O_3), besi oksida (Fe_2O_3), kalsium oksida (CaO).

2.3 Agregat Halus

Agregat halus merupakan hasil disintegrasi alami batuan atau hasil dari industri pemecah batu. Agregat halus mempunyai ukuran butir terbesar 4,75 mm (4 mesh).

2.4 Agregat Kasar

Agregat kasar merupakan pecahan batuan yang terjadi secara alami atau manual dari industri pemecah batu. Agregat kasar memiliki ukuran butir antara 4,75 mm (4 mesh) sampai dengan 40 mm (1 ½ inci). Agregat kasar memiliki peran untuk memberikan kekuatan terhadap tekanan dan kuat tarik pada beton.

2.5 Reagen Alkali

Reagen alkali merupakan proses pencampuran bahan kimia yang digunakan pada proses pembuatan geopolimer untuk mengaktifkan ikatan polimer pada *fly ash* dengan mereaksikan unsur alumina (Al) dan silika (Si) pada *fly ash*. Natrium silikat (Na_2SiO_3) dicampurkan dengan natrium hidroksida (NaOH) melalui proses filtrasi dengan tujuan mendapatkan kandungan silika murni.

2.6 Kuat Tekan Beton *Porous*

Beton porous mempunyai kuat tekan yang cukup rendah, menurut Committee 522 (2010) rata-rata kuat tekan pada beton porous berkisar antara 2.8 MPa dan 28 Mpa. Perhitungan kuat tekan dilakukan dengan membagi gaya tekan aksial yang diberikan dengan luas penampang melintang pada benda ujinya.

3. METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen untuk mengetahui pengaruh penggunaan variasi agregat terhadap nilai kuat tekan dan nilai permeabilitas beton *porous* geopolimer berbahan dasar *fly ash*. Benda uji beton *porous* geopolimer dibuat dengan mencampurkan *fly ash* dengan reagen alkali berupa senyawa natrium hidroksida (NaOH) 14 M dan natrium silikat (Na_2SiO_3) menggunakan perbandingan 1:2, lalu campuran binder tersebut diaduk dengan agregat halus dan kasar, setelah adukan tercampur dan homogen, masukkan ke dalam cetakan dan simpan selama 1x24 jam, setelah itu lakukan perawatan pada benda uji beton *porous* geopolimer menggunakan metode *curing membrane*.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Mix Design Mortar Geopolimer

Mix Design atau perancangan campuran beton diawali dengan mencari berat jenis dari material yang akan digunakan. Berat jenis memiliki peran penting dalam menentukan komposisi campuran. Setelah melalui beberapa kali *trial* dan *error* diperoleh perbandingan proporsi campuran beton yang terdiri dari 80% agregat dan 20% binder, dengan perbandingan *precursor* dan reagen alkali 65% : 35%. Berikut merupakan nilai berat jenis dari setiap material yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 1, dan proporsi setiap variasi agregat dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Nilai berat jenis material

Berat Jenis Fly Ash	2,49 gr/cm ³
Berat Jenis Agregat 0,075-2,5 mm	2,44 gr/cm ³
Berat Jenis Agregat 2,5-5 mm	2,40 gr/cm ³
Berat Jenis Agregat 5-10 mm	2,26 gr/cm ³
Berat Jenis NaOH	2,13
Berat Jenis Na_2SiO_3	2,4

Tabel 2. Proporsi Variasi Agregat Setiap Variasi

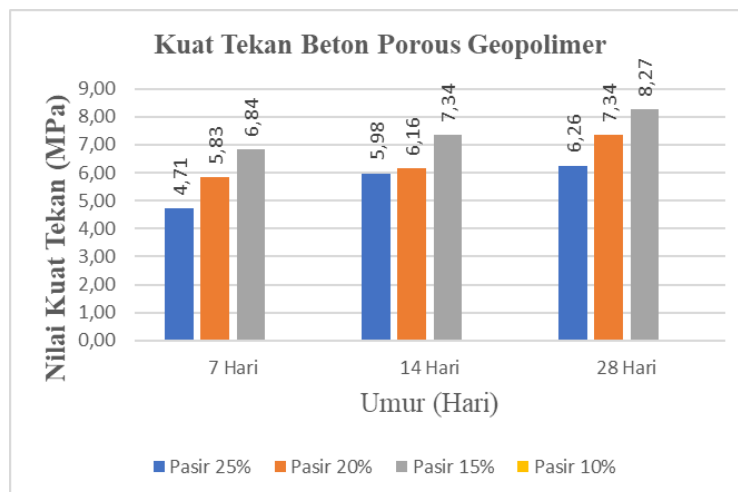
No	Agregat	Binder	Variasi Agregat		
			Agregat 0,075-2,5 mm	Agregat 2,5-5 mm	Agregat 5-10 mm
	(%)	(%)	(%)		
1	80	20	25	45	30
2			20	48	32
3			15	51	34

4.2 Kuat Tekan Beton *Porous* Geopolimer

Pengujian kuat tekan pada benda uji beton *porous* geopolimer dilakukan pada hari ke 7, 14, dan 28 hari. Hal ini dimaksudkan untuk mengetahui perkembangan nilai kuat tekan pada benda uji, apakah ada kenaikan atau penurunan yang signifikan sehingga dapat ditarik kesimpulan bagaimana interaksi variasi agregat yang digunakan terhadap beton *porous* geopolimer. Berdasarkan Tabel 3 dan Gambar 2 terjadi kenaikan nilai kuat tekan dari umur 7 sampai dengan umur 28 hari.

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

Kode Sampel	Variasi Agregat			Kuat Tekan		
	Agregat 0,075-2,5 mm	Agregat 2,5-5 mm	Agregat 5-10 mm	7 Hari	14 Hari	28 Hari
	(%)			MPa		
V1	25	45	30	4,71	5,98	6,26
V2	20	48	32	5,83	6,16	7,34
V3	15	51	34	6,84	7,34	8,27



Gambar 2. Kuat Tekan Geopolimer Umur 7, 14, dan 28 Hari

5. KESIMPULAN

Hasil kuat tekan mengalami kenaikan dari umur 7, 14, dan 28 hari, yakni ketika penggunaan agregat halus pada campuran beton *porous* geopolimer dikurangi dan penggunaan agregat 2,5-5 mm dan 5-10 mm ditambah. Hasil ini karena agregat 0,075-2,5 mm (halus) dapat mengganggu *interlock* antar agregat pada campuran sehingga terjadi perbedaan gradasi dan menyebabkan terjadinya segregasi.

DAFTAR RUJUKAN

- Karimah, R., & Prasojo, A. (2019). PEMBUATAN BETON POROUS DENGAN MATERIAL GEOPOLIMER. <http://ejournal.umm.ac.id/index.php/jmts/article/view/7535>.
- Simanjuntak, I. V., & Tampubolon, S. P. (2022). Pengaruh Variasi Agregat Kasar Penyusun Beton Porous Terhadap Kuat Tekan dan Porositas Beton.
- Nurdin, A., Patah, D., Apriansyah, Manaf, A., Dasar, A., & Sofyan, M. (2023). Beton Berpori Dengan Variasi Ukuran Agregat Kasar. Universitas Sulawesi Barat dan FTIK Institut Teknologi PLN.
- Hardjito, D., & Rangan, B. V. (2005). Development and Properties of Low-calcium Fly Ash Based Geopolymer Concrete. <https://www.researchgate.net/publication/228794879>.
- Herbudiman, B., Subari, S., Nugraha, B., Pratiwi, I., Rinovian, A., Widyaningsih, E., Yanti, E. D., Erlangga, B. D., Jakah, J., & Roseno, S. (2024). Effect of Different Ceramic Waste Powder on Characteristics of Fly Ash-Based Geopolymer. *Civil Engineering Journal (Iran)*, 10(2), 431–443. <https://doi.org/10.28991/CEJ-2024-010-02-06>.