

# **Pengaruh Penambahan *Silica Fume* 20% Terhadap Kuat Tekan Beton Geopolimer Berbahan Dasar *Fly Ash***

**ANDHICA LUTHFI TRIYONO<sup>1</sup>, EUNEKE WIDYANINGSIH<sup>2</sup>**

1. Mahasiswa, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
  2. Dosen, Program Studi Teknik Sipil, Institut Teknologi Nasional, Bandung
- Email: [andhicaluthfii@gmail.com](mailto:andhicaluthfii@gmail.com)<sup>1</sup>, [eunekewidya@itenas.ac.id](mailto:eunekewidya@itenas.ac.id)<sup>2</sup>

## **ABSTRAK**

*Beton geopolimer dapat menjadi solusi untuk mengurangi penggunaan semen portland. Material alternatif pengganti semen sebagai bahan pengikat dalam beton dan sebagai aktivatornya digunakan campuran fly ash, natrium hidroksida (NaOH) dan natrium silikat (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>). Penggunaan beton geopolimer dianggap lebih ramah lingkungan dikarenakan memanfaatkan bahan sisa limbah yaitu fly ash yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber material binder pada campuran beton geopolimer. Penelitian ini menggunakan metode studi eksperimental dengan tujuan untuk mengetahui kuat tekan beton geopolimer dengan campuran silica fume. Sampel benda uji pada penelitian kali ini berjumlah 18 silinder dengan variasi 0% dan 20%. Didapatkan hasil pengujian kuat tekan optimum yaitu silinder variasi 0% silica fume pada umur 7 hari, 14 hari, dan 28 hari yaitu sebesar 24,19 MPa, 28,64 MPa, dan 32,62 MPa dan variasi 20% silica fume pada umur 7, 14, dan 28 hari yaitu sebesar 25,09 MPa, 32,10, dan 38,77 MPa. Penggunaan silica fume dapat meningkatkan kuat tekan beton geopolimer.*

**Kata kunci:** *Silinder geopolimer, kuat tekan, fly ash, silica fume.*

## **ABSTRACT**

*Geopolymer concrete can be a solution to reduce the use of Portland cement. An alternative material to replace cement as a binding agent in concrete is geopolymer, and its activators include a mixture of fly ash, sodium hydroxide (NaOH), and sodium silicate (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>). The use of geopolymer concrete is considered more environmentally friendly as it utilizes waste materials like fly ash, which can serve as a source of binder material in geopolymer concrete mixtures. This study employed an experimental approach to determine the compressive strength of geopolymer concrete with the addition of silica fume. The test specimen samples in this study amounted to 18 cylinders with variations of 0% and 20%. The optimum compressive strength test results were obtained namely variations of cylinder 0% silica fume at the age of 7 days, 14 days, and 28 days, namely 24.19 MPa, 28.64 MPa, and 32.62 MPa and variations of 20% silica fume at the age of 7 days, 14 days, and 28 days, namely 25.09 MPa, 32.10, and 38.77 MPa. The addition of silica fume contributes to an enhancement in the compressive strength of geopolymer concrete.*

**Keywords:** *Geopolymer cylinder, compressive strength, fly ash, silica fume*

## 1. PENDAHULUAN

Pembangunan di Indonesia dalam bidang konstruksi sangat gencar dilakukan, pembangunan infrastruktur yang dilakukan misalnya pembangunan jembatan, perumahan, jalan, gedung dan lainnya, semua tidak terlepas dari pemakaian beton sebagai salah satu bagian terpenting dalam infrastruktur bangunan. Beton yang diuji pada penelitian kali ini adalah beton geopolimer. Beton geopolimer menggunakan *fly ash* sebagai bahan pengganti semen, serta material alternatif sebagai bahan pengikat dalam beton dan sebagai aktivatornya digunakan *natrium hidroksida* (NaOH) dan *natrium silikat* ( $\text{Na}_2\text{SiO}_3$ ). Meningkatnya pembangunan infrastruktur di Indonesia dapat menggunakan material pengganti yaitu *silica fume* sebagai material substitusi *fly ash*, agar kuat tekan beton geopolimer lebih tinggi.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Beton Geopolimer

Beton geopolimer adalah jenis beton baru yang tidak menggunakan semen sebagai pengikat. Penggunaan material yang mengandung silika (Si) dan Aluminium (Al) sepenuhnya sebagai pengganti semen melewati proses polimerisasi anorganik (geopolimer) yang dipelopori oleh seorang ilmuwan Prancis. Proses polimer yang terjadi pada beton geopolimer meliputi reaksi kimia antara alkali dengan Si – Al sehingga menghasilkan ikatan struktur Si-O-Al-O yang konsisten (J. Davidovits, 1991). Abu terbang merupakan salah satu bahan yang digunakan untuk membuat beton geopolimer karena pada abu terbang terkandung unsur kimia Si dan Al.

### 2.2 Fly Ash

*Fly ash* adalah material yang memiliki ukuran butiran yang halus berwarna ke abu-abuan dan diperoleh dari hasil pembakaran batubara (Wardani, 2008). Di Indonesia, produksi limbah abu terbang dan abu dasar dari tahun ke tahun makin meningkat sebanding dengan konsumsi penggunaan batubara sebagai bahan baku pada industri PLTU (Harijono D, 2006, Irwanto, 2010). *Fly Ash* banyak mengandung mineral yang mengandung mineral anorganik seperti  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$  dan  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  yang dapat mencemari lingkungan, seperti pencemaran udara dan pencemaran tanah.

### 2.3 Silica Fume

*Silica fume* atau abu silika adalah bahan tambahan semen yang terdiri dari partikel-partikel halus silikon dioksida ( $\text{SiO}_2$ ), yang dihasilkan dari proses pembakaran batubara atau silikon metalurgi. Ukurannya biasanya 100 kali lebih kecil dari partikel semen, dan karena itu dapat mengisi celah-celah antara butir semen, meningkatkan kekuatan dan ketahanan beton. *Silica fume* juga dikenal sebagai mikro-silika, dan digunakan dalam beton sebagai aditif pengisi. Penggunaannya dapat meningkatkan kualitas beton dalam hal kekuatan, kepadatan, ketahanan terhadap tekanan dan korosi, serta mengurangi permeabilitas beton. Selain itu, penggunaan *silica fume* dapat mengurangi jumlah air dibutuhkan dalam campuran beton, sehingga dapat meningkatkan kualitas permukaan beton dan mengurangi kemungkinan retak. *Silica fume* memiliki sifat pozzolan yang memungkinkan terbentuknya perekat baru semacam semen akibat reaksi antara Silika Dioksida ( $\text{SiO}_2$ ) yang terkandung dalam *silica fume* dengan Calcium Hidroksida ( $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ) dari hasil hidrasi semen.

### 2.4 Alkali Aktivator

Aktivator merupakan zat atau unsur yang menyebabkan zat atau unsur lain bereaksi. Dalam pembuatan beton geopolimer, aktivator yang digunakan adalah unsur alkali yang terhidrasi. Penggunaan hidroksida alkali sebagai aktivator ini dikarenakan silika merupakan asam kuat maka akan bereaksi dengan basa kuat. Sodium hidroksida adalah senyawa basa kuat, sehingga penambahan sodium hidroksida pada *fly ash* dapat mereaksikan silika. Katalisator merupakan zat yang mempercepat terjadinya reaksi kimia. Dalam pembuatan beton

geopolimer, katalisator juga digunakan. Aktivator sodium hidroksida biasanya dipasangkan dengan katalis sodium silikat, hal ini sesuai dengan percobaan yang dilakukan oleh Hardjito (2005).

### 2.5 Agregat

Agregat merupakan sekumpulan material yang terdiri dari pasir, kerikil dan batu yang dipecahkan baik merupakan hasil alam maupun buatan. Berdasarkan ukuran butirnya agregat dapat dibedakan atas agregat kasar, agregat halus, dan bahan pengisi (*filler*). Agregat merupakan material yang diperoleh dari batu alam ataupun batu pecah melalui proses pemecahan atau penghancuran. Agregat mempunyai fungsi penting dalam perkerasan jalan yang membentuk suatu ikatan yang dapat memberikan kualitas aspal karena agregat merupakan faktor kekuatan utama pada lapisan perkerasan jalan, dimana kadar agregat dalam campuran bahan perkerasan konstruksi jalan pada umumnya berkisar 90% – 95% berdasarkan persentase berat atau 75% - 85% agregat berdasarkan persentase volume dari berat total (Wignall, et al, 2003).

### 2.6 Kuat Tekan

Pengertian kuat tekan beton adalah besarnya beban per satuan luas, yang menyebabkan benda uji beton hancur bila dibebani gaya tekan tertentu yang dihasilkan oleh mesin tekan. Kuat tekan beton merupakan sifat terpenting dalam kualitas beton dibandingkan dengan sifat-sifat lain.

## 3. METODE PENELITIAN

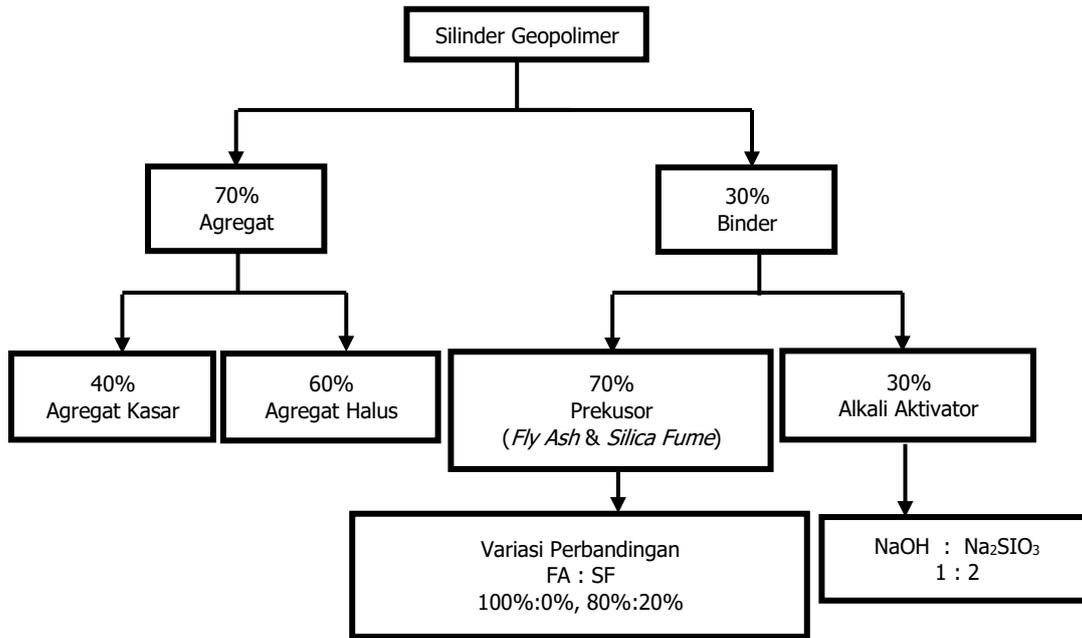
### 3.1 Metodologi

Metodologi adalah serangkaian langkah, prinsip, prosedur, dan panduan yang digunakan dalam suatu proses untuk mencapai tujuan tertentu. Berikut adalah langkah-langkah pada penelitian ini yaitu.

1. Mulai
2. Studi pendahuluan
3. Persiapan benda uji
  - a. *Fly ash*  
Pengujian berat jenis *fly ash*
  - b. *Silica Fume*  
Pengujian berat jenis *silica fume*
  - c. Agregat kasar dan agregat halus  
Pengujian kadar lumpur dan berat jenis
  - d. Alkali Aktivator  
Larutan yang terdiri dari *natrium hidroksida* (NaOH) dan *natrium silikat* (Na<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub>) dengan perbandingan 1 : 2
4. Diperoleh mix design
5. Pembuatan benda uji silinder
6. Perawatan benda uji silinder (Membran)
7. Pengujian kuat tekan
8. Analisis data
9. Hasil dan pembahasan
10. Kesimpulan dan saran
11. Selesai

### 3.2 Perancangan Campuran Silinder Geopolimer (*Mix Design*).

Perbandingan komposisi massa campuran beton geopolimer dapat dilihat pada **Gambar 1**.



**Gambar 1. Komposisi Silinder Geopolimer**

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Hasil Uji Kuat Tekan Silinder

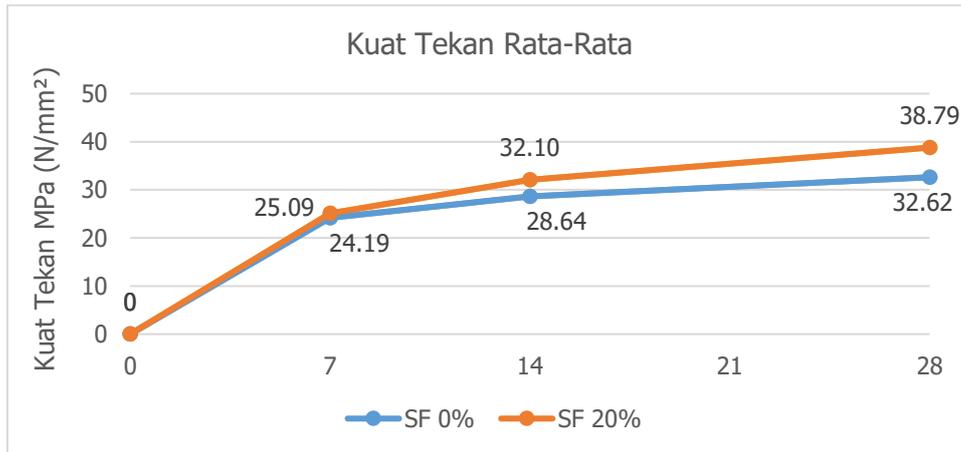
Hasil dari pengujian kuat tekan dapat dilihat pada **Tabel 1**.

**Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Tekan Silinder dengan variasi 0%, dan 20% *silica fume***

<i>Silica Fume</i>	7 Hari			14 Hari			28 Hari		
	Benda Uji	Kuat Tekan	Rata-rata	Benda Uji	Kuat Tekan	Rata-rata	Benda Uji	Kuat Tekan	Rata-rata
0%	1	23,77	24,19	1	28,11	28,64	1	32,30	32,62
	2	24,62		2	29,16		2	32,15	
	3	15,07*		3	13,86*		3	33,62	
20%	1	23,71	25,09	1	32,61	32,10	1	37,99	38,77
	2	26,47		2	32,36		2	39,54	
	3	32,44*		3	31,32		3	32,60*	

Keterangan : \* (Outlier)

Hasil pengujian kuat tekan rata-rata pada setiap variasi dinyatakan dalam **Gambar 2** Sebagai berikut.



**Gambar 2. Nilai Kuat Tekan Rata-Rata**

## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, terdapat beberapa hal yang dapat disimpulkan, diantaranya sebagai berikut:

1. Kuat tekan rata-rata beton geopolimer pada pengujian menggunakan variasi 0% *silica fume* pada umur 7, 14, dan 28 hari berturut turut adalah 24,19 MPa, 28,64 MPa, dan 32,62 MPa, sedangkan pada variasi 20% *silica fume* berturut turut yaitu sebesar 25,09 MPa, 32,10 MPa, dan 38,77 MPa.
2. Penambahan *silica fume* 20% dalam beton geopolimer dapat memberi pengaruh terhadap peningkatan kuat tekan beton.

### 5.2 Saran

Untuk beton geopolimer dapat dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan jenis *silica fume* dengan variasi lebih dari 20% yang berkemungkinan dapat meningkatkan kuat tekan, agar penelitian ini dapat lebih baik dan mampu diterapkan dalam dunia proyek nantinya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Novianto, A. Robensyah. (2005) *Pengaruh Penambahan Silica Fume Dan Superplasticizer Terhadap Kuat Desak Beton* Juli, 2005. Universitas Islam Indonesia : Yogyakarta.
- Basuki, A. (2015) *Pengaruh Penambahan Fly Ash Dan Silica Fume Terhadap Daya Tahan Penetrasi Air Beton Normal*, Jurnal Teknologi Bahan dan Barang Teknik Vol. 5, No.1, Juni 2015. Bandung.
- Maulana, M. R. (2022) *Perbandingan Kekuatan Beton Dengan Fly Ash Dan Silica Fume Sebagai Bahan Pengganti Sebagian Semen (CoMParison Of Concrete Strength With Fly Ash And Silica Fume As A Partial Cement Substitutions)*, Agustus, 2022. Universitas Islam Indonesia : Yogyakarta.
- Priatmojo, R. N. (2015) *Studi Pengaruh Penambahan 10% Silica Fume Terhadap Kekuatan Dan Durabilitas Beton Geopolimer Di Lingkungan Air Danau*. Juli, 2015. Universitas Indonesia : Depok
- Tarru, R. O., et al. (2007) *Studi Penggunaan Silica Fume Sebagai Bahan Pengisi (Filler) Pada Campuran Beton*, Oktober, 2017. Universitas Kristen Indonesia Toraja : Tana Toraja
- Steenie E. Wallah (2014). *Pengaruh perawatan dan umur terhadap kuat tekan beton geopolimer berbasis abu terbang*. Manado: Universitas Sam Ratulangi.