

Studi Eksperimental Kuat Tekan Beton Geopolimer Dengan Pemanfaatan Limbah *Fly Ash*

Arif Kurniawan¹, Gusneli Yanti², Shanti Wahyuni Megasari^{*3}

^{1,2,3}Program Studi Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Lancang Kuning

*e-mail : arsykurniawan0671@gmail.com¹, gusneli@unilak.ac.id², shanti@unilak.ac.id³

Abstract

Concrete is a component composed of coarse aggregate, fine aggregate, water and cement. The use of cement in a building causes the release of CO₂, to overcome this problem, a cement substitute is sought. Geopolymer concrete is concrete made from fly ash as a binder, besides that the use of fly ash can also reduce waste in coal combustion and utilize fly ash which contains silica and alumina which can be reacted with NaOH and Na₂SiO₃. This study aims to determine the compressive strength characteristics of geopolymer concrete. The study used fly ash from PLTU Tenayan Raya, the method in this study was an experimental method, the study used 3 variations of the ratio of aggregate and binder, namely 65: 35; 70: 30 and 75: 25. Using 10M NaOH with the ratio of alkali/fly ash is 0,5 and the ratio of Na₂SiO₃ to NaOH is 1.5: 1. The test object is cylindrical with a diameter of 150 mm and a height of 300 mm. The compressive strength test of concrete was carried out at the age of 28 days and treatment at room temperature. The results of the XRF fly ash test from the PLTU Tenayan Raya belong to class F. The results of the highest average compressive strength test are obtained on the test object with a ratio of 70%: 30% with a value of 14,72 MPa. Based on the results of the study, it can be concluded that the strength value The maximum compressive strength of geopolymer concrete is obtained at the ratio of the aggregate and binder ratio of 70%: 30%.

Keywords: geopolymer concrete, binder, fly ash, compressive strength

Abstrak

Beton adalah suatu komponen yang tersusun oleh material agregat kasar, agregat halus, air dan semen. Penggunaan semen pada suatu bangunan menyebabkan terjadinya pelepasan CO₂, untuk mengatasi masalah ini maka dicari bahan pengganti semen. Beton geopolimer merupakan beton yang berbahan dasar fly ash sebagai bahan pengikat, selain itu penggunaan fly ash juga dapat mengurangi limbah pada pembakaran batu bara serta memanfaatkan limbah fly ash yang mengandung silika dan alumina serta dapat direaksikan dengan NaOH dan Na₂SiO₃. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kuat tekan beton geopolimer. Penelitian menggunakan fly ash yang berasal dari PLTU Tenayan Raya dengan metode pada penelitian adalah metode eksperimental. Penelitian menggunakan 3 variasi perbandingan agregat dan binder yaitu 65 : 35; 70 : 30 dan 75 : 25. Penelitian menggunakan NaOH 10M dengan perbandingan alkali/fly ash sebesar 0,5 serta perbandingan Na₂SiO₃ dengan NaOH sebesar 1,5 : 1. Benda uji berbentuk silinder dengan diameter 150 mm dan tinggi 300 mm. Pengujian kuat tekan beton dilaksanakan pada umur 28 hari dan perawatan dengan suhu ruang. Hasil pengujian XRF fly ash dari PLTU Tenayan Raya termasuk ke dalam kelas F. Hasil uji kuat tekan tertinggi diperoleh pada benda uji dengan perbandingan 70% : 30% dengan nilai sebesar 14,72 MPa, Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai kekuatan tekan beton geopolimer maksimal diperoleh pada rasio perbandingan agregat dan binder sebesar 70% : 30% .

Kata kunci: beton geopolimer, binder, fly ash, kuat tekan

1. PENDAHULUAN

Beton ialah suatu bahan untuk media perkerasan kaku dalam sarana dan prasarana pembangunan gedung, jalan, jembatan, dan lain-lain. Beton memiliki kuat tekan yang besar, materialnya mudah ditemukan, harga relatif murah, dan tidak sulit untuk dibentuk sesuai dengan yang diinginkan. Komposisi beton meliputi agregat kasar, agregat halus, semen dan air (SNI 03-2847- 2019).

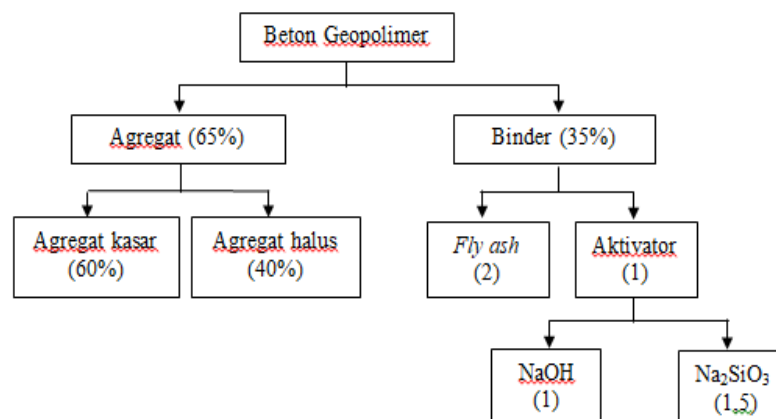
Semen portland memiliki fungsi sebagai perekat, namun pada proses pembuatan beton yang menggunakan semen Portland akan menghasilkan gas CO₂. Hal ini akan berdampak pada lingkungan seperti pemanasan global, untuk mengurangi pencemaran pada lingkungan, perlu inovasi dalam pembuatan suatu beton yaitu beton geopolimer (Budiningrum, dkk., 2021).

Beton geopolimer adalah beton tanpa semen sebagai *binder*. Bahan yang digunakan sebagai *binder* adalah material bersifat pozzolan, antara lain *fly ash*. *Fly ash* dihasilkan dari pembakaran batubara berbentuk partikel kecil. Menurut PP No. 85 Tahun 1999, *fly ash* tergolong pada kategori material limbah yang dapat mencemari lingkungan. Untuk itu diperlukan penelitian yang memanfaatkan limbah *fly ash* agar lebih berdayaguna antara lain sebagai campuran beton. *Fly ash* memiliki kandungan Alumunium (Al) dan Silika (Si) yang dapat mengubah karakteristik beton geopolimer. Dalam pembuatan semen geopolimer, NaOH dan Na_2SiO_3 biasanya digunakan sebagai alkali yang bertindak sebagai katalis untuk polimerisasi unsur Al dan Si dalam *fly ash*. NaOH berperan mengaktifkan kandungan Si dan Al untuk membentuk ikatan geopolimer. Na_2SiO_3 berperan mempercepat proses pengikatan (Karyawan, dkk., 2021).

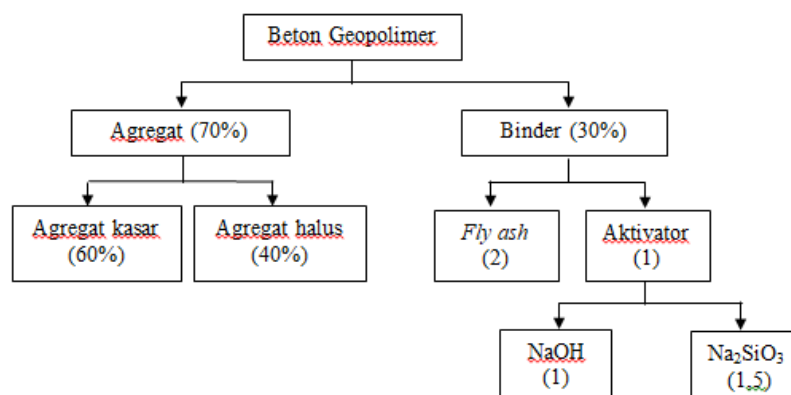
2. METODE

A. Rencana Benda Uji

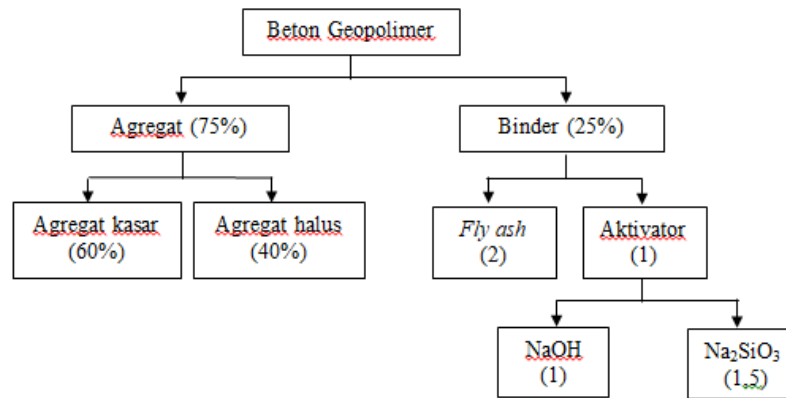
Penelitian ini memvariasikan perbandingan agregat dengan binder dengan perbandingan sebesar 65%:35%; 70%:30%; dan 75%:25% sesuai dengan penelitian (Prasetyo, dkk., 2015). Perbandingan larutan activator NaOH (SH) dan Na_2SiO_3 (SS) sebesar 1 : 1,5; perbandingan alkali/*fly ash* yang digunakan sebesar 0,5 dan molaritas NaOH 10M. Untuk mendapatkan konsentrasi NaOH 10M yaitu dengan mencampurkan 1 liter air dan 400 gram NaOH berbentuk kepingan (Wardhono, 2018). Komposisi campuran dapat dilihat pada gambar 1, 2 dan 3.



Gambar 1. Komposisi Campuran 65% : 35%



Gambar 2. Komposisi Campuran 70% : 30%



Gambar 3. Komposisi Campuran 75% : 25%

B. Perawatan Benda Uji

Tahapan pengolahan beton geopolimer akan menentukan kualitas mutu dari beton geopolimer. Menurut penelitian Nath dan Sarker, (2014) menyatakan bahwa beton geopolimer dapat dirawat dalam suhu ruang dan kuat tekan yang dihasilkan baik yang dirawat dengan cara dipanaskan ataupun tidak akan sama-sama mengalami kenaikan kuat tekan secara bertahap. Beton yang dirawat selama 28 hari dengan suhu ruang mampu mencapai berkisar 35 MPa sedangkan pada suhu 60 °C selama 24 jam menghasilkan kuat tekan berkisar 50 MPa.

C. Pengujian Kuat Tekan

Pengujian kuat tekan dilakukan dengan mesin uji tekan dengan menggunakan perhitungan:

$$F'c = \frac{P}{A}$$

- Keterangan: F'c = Kuat tekan beton (MPa)
 P = Beban maksimum (N)
 A = Luas benda uji (mm²)

D. Bagan Alir Penelitian

Bagan alir penelitian dapat dilihat pada gambar 4.



Gambar 4. Bagan Alir Penelitian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengujian Propertis Material

Berdasarkan hasil pengujian XRF menunjukkan *fly ash* tipe F dimana mempunyai kadar SiO₂ ditambah Al₂O₃ dan Fe₂O₃ yaitu sebesar 80,87 % > 70 %, kadar SO₃ sebesar 3,82 % < 5 % dan kadar K₂O atau golongan alkali sebesar 1,12 % < 1,5 %. Hasil penggolongan kelas *fly ash* dapat dilihat pada tabel 1 serta hasil pengujian pada agregat halus dan agregat kasar dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 1. Golongan Kelas *Fly Ash*

Uraian	Syarat Kelas		Hasil XRF	Kelas
	F	C		
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	Min. 70 %	Min. 50 %	80,9 %	F
CaO	Maks. 18 %	> 18 %	11,1 %	F
SO ₃	Maks 5 %	Maks 5 %	3,8 %	F

Tabel 2. Hasil Pengujian Material

No.	Jenis Pengujian	Agregat Halus	Agregat Kasar
1	Berat jenis SSD	2,62	2,72
2	Berat volume padat	1700 kg/m ³	1640 kg/m ³
3	Berat volume gembur	1530 kg/m ³	1470 kg/m ³
4	Penyerapan	1,54 %	1,59
5	Kadar air	2,57 %	1,05 %
6	Kadar lumpur	3,70 %	0,78 %
7	Kadar organik	No. 3	-
8	Gradasi	Zona III	Maks. 40 mm
9	Abrasi	-	10,98 %

Dari hasil pengujian pada agregat kasar dan agregat halus, diperoleh bahwa material telah memenuhi persyaratan dan dapat digunakan sebagai campuran beton geopolimer.

B. Mix Design

Perencanaan *mix design* beton geopolimer untuk 1m³ dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 3. *Mix Design* Beton Geopolimer 1m³

Perbandingan Agregat : Binder	Agregat		<i>Fly Ash</i> (kg)	NaOH (Kg)	Na ₂ SiO ₃ (kg)	Air (kg)
	Kasar (kg)	Halus (kg)				
65% : 35%	936,0	624,0	560,0	112,0	168,0	219,8
70% : 30%	1008,0	672,0	480,0	96,0	144,0	188,4
75% : 25%	1080,0	720,0	400,0	80,0	120,0	157,0

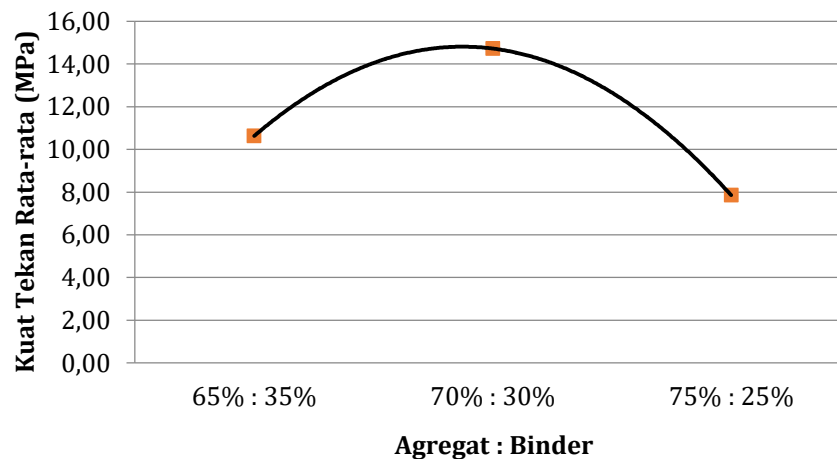
C. Hasil Pengujian Kuat Tekan

Hasil pengujian kuat tekan beton geopolymer dapat dilihat pada tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengujian Kuat Tekan Beton Geopolimer

Perbandingan Agregat : binder	Benda Uji	Berat Sampel Rata Rata (kg)	Luas Tekan (cm ²)	Beban (KN)	Kuat Tekan	
					MPa	Rata-Rata (MPa)
65% : 35%	1	11,1	176,6	197	11,15	10,63
	2		176,6	187	10,59	
	3		176,6	179	10,13	
70% : 30%	1	11,6	176,6	259	14,66	14,72
	2		176,6	241	13,64	
	3		176,6	280	15,85	
75% : 25%	1	11,8	176,6	124	7,02	7,85
	2		176,6	144	8,15	
	3		176,6	148	8,38	

Grafik hasil pengujian kuat tekan rata-rata beton geopolimer pada benda uji dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Hubungan Kuat Tekan Rata-Rata Dengan Variasi Perbandingan Agregat dan Binder

Pada tabel 4 diperoleh kuat tekan rata-rata tertinggi sebesar 14,72 MPa dihasilkan pada perbandingan 70% : 30%. Kuat tekan rata-rata terendah sebesar 7,85 MPa didapat dari perbandingan 75% : 25%. Pada penelitian Prasetyo dkk., (2015), kuat tekan tertinggi berada pada variasi agregat banding binder sebesar 70% : 30%. Sedangkan kuat tekan terendahnya berada pada variasi agregat banding binder sebesar 75% : 25%. Menurut (Prasetya, dkk, 2018) perbandingan 75% : 25% memiliki tingkat porositas lebih tinggi dibandingkan pada perbandingan 70% : 30% sehingga mempengaruhi kuat tekan pada beton.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian studi eksperimental kuat tekan beton geopolimer dengan pemanfaatan limbah *fly ash*, kuat tekan rata-rata tertinggi pada beton geopolimer diperoleh dari variasi perbandingan agregat dengan binder 70% : 30% yaitu sebesar 14,72 MPa. Kuat tekan rata-rata terendahnya diperoleh dari benda uji dengan variasi 75% : 25% dengan nilai sebesar 7,85 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiningrum, D. S., Kustirini, A., Purnijanto, B., Mahasukma, D., & Utama, T. Y. (2021). Studi Experimental Kuat Tekan Beton Geopolimer. *Jurusan Teknik Sipil Universitas Semarang*, Vol.7, No.3, pp.55–61, ISSN : 2443-2709.
- Karyawan Salain, I. M. A., Wiryasa, N. M. A., & Adi Pamungkas, I. N. M. M. (2021). Kuat Tekan Beton Geopolimer Menggunakan Abu Terbang. *Jurnal Spektran*, Vol.9 No.1, pp.76-84.
- Nath, P., & Sarker, P. K. (2014). *Effect of GGBFS on Setting, Workability and Early Strength Properties of Fly Ash Geopolymer Concrete Cured in Ambient Condition. Construction and Building Materials*, Vol.66, pp.163–171.
- Qomaruddin, Mochammad, Umam, K., Istianah, Saputro, Y. A., & Purwanto. (2019). *Effect of Calcium Oxide Material on The Setting Time of Geopolymer and Conventional Concrete Pastes. Jurnal Ilmu-Ilmu MIPA*, Vol.19, pp.182–191, ISSN : 5681-7126.
- Shekhovtsova, J., Kearsley, E. P., & Kovtun, M. (2014). *Effect of Activator Dosage, Water-to-Binder-Solids Ratio, Temperature and Duration of Elevated Temperature Curing on The Compressive Strength of Alkali-Activated Fly Ash Cement Pastes. Journal of The South African Institution of Civil Engineering*, Vol.56 No.3, pp.44–52, ISSN : 2309-8775.
- SNI 7656:2012. 2012. Tata cara pembuatan rencana campuran beton normal.
- SNI, 03-2847:2019. 2019. Persyaratan Beton Struktural untuk Bangunan Gedung.