

KUAT TEKAN MORTAR GEOPOLIMER BERBASIS FLY ASH

H.Ramlan Sultan⁽¹⁾, Syamsul Bahri Ahmad⁽²⁾

^{1,2)} Dosen Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

ABSTRACT

Geopolymer mortar is a mortar with the main binder as a waste material containing silica and alumina compounds using an alkaline solution as a polymerization activator. This study aims to determine the compressive strength of fly ash-based geopolymer mortar class C with the molarity of 12M (MG12) and 16M NaOH solution (MG16), the ratio of Na₂SiO₃ to NaOH is 1, the ratio of binder to natural sand is 1: 3, the ratio of water to fly ash is 0.4 and the flow value (110 ± 5)%. The results showed that the compressive strength of conventional mortar (MK) with a composition of 1: 3 has a compressive strength of 12.47 MPa. This result is higher than the compressive strength values of geopolymer MG12 and MG16 with compressive strength values of 3.9 MPa and 3.27 MPa, respectively. Thus, it can be concluded that conventional mortars include type S mortars and geopolymer mortars including type O mortars based on SNI 03-6882-2002.

Key wordas: Geopolymer mortar, conventional mortar, type mortars and compressive strength

1.PENDAHULUAN

Dalam perkembangan terbaru teknologi mortar dan beton, dewasa ini telah dikembangkan bahan pengikat agregat yang tidak menggunakan semen yang dikenal dengan nama *geopolymer*. Tahun 1978, istilah geopolimer pertama kali diperkenalkan oleh Prof.Davidovits sebagai binder yang dihasilkan dari reaksi polimerisasi unsur Silika dan Alumina dengan aktivator larutan alkalin. Komponen utama dari geopolimer ini adalah adanya senyawa SiO₂ dan Al₂O₃ yang tinggi dalam material dengan larutan alkalin NaOH atau KOH sebagai aktivator polimerisasi.

Dalam dekade 20 tahun terakhir sejumlah penelitian dalam produksi mortar dan beton menggunakan binder geopolimer yang dikenal sebagai mortar geopolimer dan beton geopolimer telah dilakukan. *SA Arafah dkk, 2017*, mengevaluasi pengaruh rasio cairan alkali dengan flyash dan molaritas NaOH pada pasta geopolimer terhadap workability dan kuat tekan. Mereka menyimpulkan bahwa workability berkurang, namun kuat tekan meningkat dengan peningkatan molaritas NaOH. Dan sebaliknya workability meningkat dengan peningkatan rasio cairan alkali dengan fly ash. *Karuppuchamy, dkk, 2017*, mengkaji pengaruh cairan alkali dengan sejumlah variasi komposisi campuran dan molaritas NaOH mortar geopolimer berbasis fly ash. Hasil penelitian mereka menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH 12M benda uji yang dirawat 24 jam pada temperatur 80° C memperlihatkan kinerja mekanik yang lebih baik. *B. H. Shinde, dkk, 2015*, mengkaji sifat mortar geopolymer berbasis fly dengan rasio cairan alkali-fly ash dan rasio sodium silicate-sodium hidroksida yang bervariasi pada temperatur perawatan 40,60,80 dan 100° C dengan periode waktu hari ke-1,2,3,4,5 dan 6. Kuat tekan maksimum diperoleh pada rasio cairan alkali-fly ash 0.5 dan rasio sodium silikat-sodium hidroksida 1.5 dengan temperatur perawatan 80° C pada periode hari ke-5 dengan durasi 24 jam. *Saloma, dkk,2011*, menganalisis pengaruh molaritas NaOH (8,12,14 dan 16 M), rasio Na₂SiO₃ / NaOH = 1, rasio pasir / fly ash = 2.75 dan rasio cairan aktivator / fly ash = 0.8 terhadap sifat mortar geopolimer berbasis fly ash. Hasil penelitian mereka memperlihatkan kuat tekan maksimum mortar 10.06 Mpa pada konsentrasi 12M NaOH dan terendah 3.95 Mpa pada konsentrasi 8M NaOH. *G.S. Manjunath, dkk, 2011*, menginvestigasi pengembangan kuat tekan mortar geopolimer dengan material Fly ash, Slag, Silika fume dan abu batu dengan metode perawatan suhu kamar (ambient curing). Mereka menyimpulkan bahwa kuat tekan mortar berkembang pada temperatur suhu kamar tanpa perawatan konvensional.

Dalam kaitan dengan material utama dari mortar geopolimer dan beton geopolimer, Sulawesi Selatan memiliki potensi untuk mengembangkan mortar geopolimer maupun beton geopolimer. Hal ini karena salah satu material utama yang dibutuhkan yaitu fly ash, dapat diperoleh dari pembangkit listrik tenaga uap Punagaya di Jeneponto sebagai limbah industri. Data yang tersedia terkait fly ash sebagai material utama binder dalam pembuatan mortar geopolimer masih terbatas dan pedoman yang baku dalam perencanaan campuran belum ada. Hal ini karena kandungan unsur-unsur atau senyawa dan *properties* dari material utama fly ash berbeda-beda pada setiap sumber. Dengan demikian, penelitian terhadap penggunaan fly ash sumber PLTU Punagaya Jeneponto sebagai binder dalam pembuatan mortar geopolimer perlu dilakukan.

2. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini, dilakukan studi eksperimental terhadap sejumlah benda uji mortar geopolimer ukuran 5cmx5cm dan mortar konvensional sebagai mortar kontrol. Penelitian dilakukan di laboratorium struktur dan bahan jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Ujung Pandang. Pembuatan benda uji mengacu pada standar SNI 03-6882-2002 yang mengadopsi ASTM C270. Pemeriksaan karakteristik bahan yang akan digunakan dengan mengacu pada standar ASTM C566-19, ASTM C127-15, ASTM C29M-17a dan ASTM C117-17. Perawatan mortar dilakukan sesuai metode yang berlaku dengan pelbagai umur rencana pengujian kuat tekan. Metode pengujian kuat tekan mortar mengacu pada Standar yang berlaku SNI 03-6825-2002.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Hasil Pengujian Karakteristik Bahan

Dalam perencanaan campuran beton, agregat yang akan digunakan telah diuji karakteristiknya agar diperoleh kualitas campuran beton yang ekonomis dan kualitas yang lebih baik. Hasil uji karakteristik agregat diperlihatkan pada tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik pasir

N0	Uraian	Hasil	Spesifikasi	Standar	Keterangan
1.	Kadar air pasir	3.2 %	3% - 5 %	ASTMC566	Relatif
2.	Penyerapan pasir	1.48 %	0,2% - 2%	ASTMC129	Relatif
3.	Berat jenis SSD pasir	2,42	1,60 – 3,20	ASTMC129	Memenuhi
4.	Berat volume pasir	1,58 kg/lt	1,4–1,9 kg/lt	ASTMC29	Memenuhi
5.	Kadar lumpur pasir	2,26 %	0 – 5 %	ASTMC289	Memenuhi
6.	Modulus Kehalusan	2,9	2,2 - 3,10	ASTMC136	Memenuhi

3.2. Komposisi campuran

Berdasarkan hasil perhitungan rancangan campuran mortar, maka komposisi campuran mortar diperlihatkan pada tabel 2 di bawah.

Tabel 2. Komposisi campuran mortar 1 : 3 dan rasio air dengan fly ash sama dengan 0.40

Uraian	Semen (kg/m ³)	Fly Ash (kg/m ³)	Pasir (kg/m ³)	NaOH (kg/m ³)	Na ₂ SiO ₃ (kg/m ³)	Air (kg/m ³)	Molar NaOH	Flow (%)
Mortar konvensional	436.7575	-	1590	-	-	327.5681	-	117
Mortar geopolimer	-	471.6981	1800	94.33962	94.33962	179.2453	12M	113
Mortar geopolimer	-	471.6981	1800	94.33962	94.33962	179.2453	16M	115

3.3. Hasil Pengujian Kuat Tekan Mortar

3.3.1 Kuat tekan mortar konvensional (MK)

Hasil uji kuat tekan mortar konvensional pada umur 28 hari diperlihatkan pada tabel 3. Berdasarkan tabel 3 tersebut, terlihat bahwa kuat tekan mortar konvensional adalah sebesar 12.47 Mpa dengan jenis mortar tipe S berdasarkan SNI 03-6882-2002 dengan kuat tekan minimal 28 hari sebesar 12.40 Mpa.

3.3.2. Kuat tekan mortar geopolimer NaOH 12M (GP-NaOH 12M)

Hasil uji kuat tekan mortar geopolimer MG12 pada umur 28 hari diperlihatkan pada tabel 5. Berdasarkan tabel 5 tersebut, terlihat bahwa kuat tekan mortar diperoleh sebesar 3.90 Mpa. Hasil ini menunjukkan bahwa mortar MG12 termasuk mortar tipe O berdasarkan SNI 03-6882-2002 dengan kuat tekan minimal 28 hari sebesar 2.40 Mpa.

3.3.3. Kuat tekan mortar geopolimer NaOH 16M (GP-NaOH 16M)

Hasil uji kuat tekan mortar geopolimer MG16 pada umur 28 hari diperlihatkan pada tabel 5. Berdasarkan tabel 6 tersebut, terlihat bahwa kuat tekan mortar diperoleh sebesar 3.27 Mpa. Hasil ini menunjukkan bahwa mortar MG12 termasuk mortar tipe O berdasarkan SNI 03-6882-2002 dengan kuat tekan minimal 28 hari sebesar 2.40 Mpa.

3.4. Pembahasan

Berdasarkan tabel 3, tabel 4 dan tabel 5 dapat dibuat histogram nilai kuat tekan mortar seperti yang diperlihatkan pada gambar 1. Gambar 1 memperlihatkan bahwa kuat tekan mortar konvensional 1:3 memiliki nilai kuat tekan sebesar 12.47 Mpa. Hasil ini lebih tinggi dibandingkan dengan nilai kuat tekan mortar

geopolimer MG12 dan MG16 dengan nilai kuat tekan masing-masing sebesar 3.9 Mpa dan 3.27 Mpa. Dengan demikian, maka dapat disimpulkan bahwa mortar konvensional termasuk jenis mortar tipe S dan mortar geopolimer termasuk jenis mortar tipe O berdasarkan SNI 03-6882-2002 .

Tabel 3. Kuat Tekan Mortar Konvensional 1:3

No	Berat (gram)	Luas (mm ²)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Berat rata2 (gram)	Kuat Tekan Rata2 (Mpa)
1	220	2500	33.40	13.36	228.83	12.47
2	220		35.80	14.32		
3	240		33.90	13.56		
4	230		30.00	12.00		
5	210		33.10	13.24		
6	230		32.70	13.08		
7	235		27.30	10.92		
8	228		32.10	12.84		
9	231		36.50	14.60		
10	233		25.70	10.28		
11	235		26.40	10.56		
12	234		27.20	10.88		

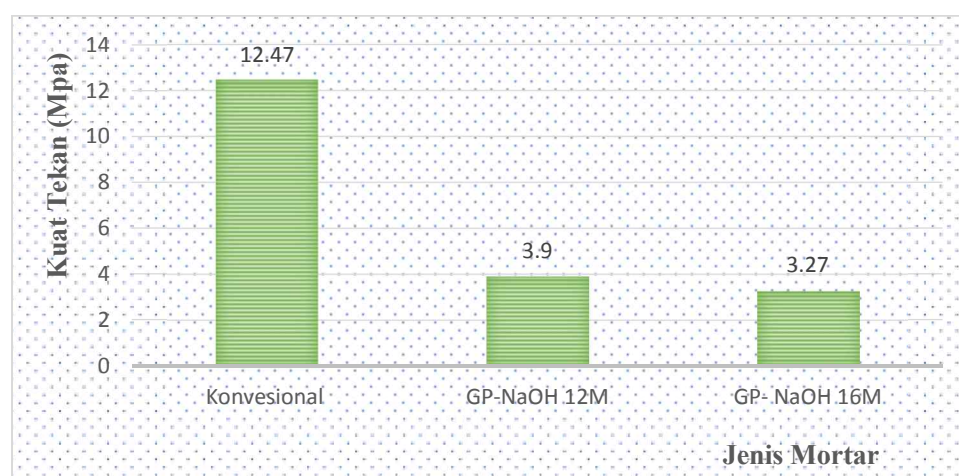
Tabel 4. Kuat Tekan Mortar Geopolymer NaOH 12M (MG12)

No	Berat (gram)	Luas (mm ²)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Berat rata2 (gram)	Kuat Tekan Rata2 (Mpa)
1	220	2500	10.20	4.08	242.50	3.90
2	240		10.90	4.36		
3	240		8.80	3.52		
4	220		9.40	3.76		
5	240		9.30	3.72		
6	250		8.90	3.56		
7	240		9.20	3.68		
8	240		9.50	3.80		
9	250		10.10	4.04		
10	260		10.40	4.16		
11	250		9.60	3.84		
12	260		10.70	4.28		

Tabel 5. Kuat Tekan Mortar Geopolymer NaOH 16M (GP-NaOH 16M)

No	Berat (gram)	Luas (mm ²)	Beban (KN)	Kuat Tekan (Mpa)	Berat rata2 (gram)	Kuat Tekan Rata2 (Mpa)
1	220	2500	9.30	3.72	228.83	3.27
2	220		7.70	3.08		
3	240		7.60	3.04		

4	230	8.50	3.40
5	210	7.90	3.16
6	230	8.00	3.20
7	235	8.10	3.24
8	228	8.30	3.32
9	231	8.20	3.28
10	233	8.60	3.44
11	235	7.90	3.16
12	234	8.00	3.20



Gambar 1. Histogram kuat tekan mortar

4.KESIMPULAN DAN SARAN

4.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan, maka dapat disimpulkan yaitu :

1. Mortar konvensional komposisi 1:3 dengan kuat tekan sebesar 12.47 Mpa termasuk jenis mortar tipe S.
2. Mortar geopolimer NaOH 12M dan NaOH 16M menghasilkan kuat tekan masing-masing sebesar 3.90 Mpa dan 3.27 Mpa sebagai mortar tipe O.

4.2. Saran

Dari hasil penelitian yang diperoleh, maka disarankan :

1. Lakukan penelitian lanjutan dengan molaritas NaOH ditambah dan dengan waktu curing yang berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

ASTM C 33-97 : Standard Test Method for Concrete Aggregates , Annual Book of ASTM Standards, Philadelphia, Vol.04.02.

ASTM C230/C230M-08, “ Standard Specification for Flow Table for Use in Tests of Hydraulic Cement “
ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States

B. H. Shinde, dkk, 2015. “ Properties of Fly Ash based Geopolymer Mortar ”, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT) ISSN: 2278-0181 Vol. 4 Issue 07, July-2015

Davidovits, J. 1999. “Chemistry of geopolymeric systems, terminology”, '99 Geopolymer International Conference Proceeding, France

Davidovits, J., 2013, “ Geopolymer Cement a review ”, published in Geopolymer Science and Technics, Technical Paper #21, Geopolymer Institute Library, www.geopolymer.org

G.S.Manjunath, dkk, 2011, “ Compressive Strength Development in Ambient Cured Geo-polymer Mortar ”, International Journal of Earth Sciences and Engineering ISSN 0974-5904, Volume 04, No 06 SPL, October 2011, pp. 830-834

Karuppuchamy, dkk, 2017 . Effect of Alkaline Solution with Varying Mix Proportion on Geopolymer Mortar IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering.

Kardiyono Tjokrodimuljo, 1992, TEKNOLOGI BETON, Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, UGM, Yogyakarta

Mindess, S., & Young, J. F. (1981). *Concrete*. Englewood Cliffs, New Jersey: Prentice Hall

S.A. Arafa, dkk, 2017. “Optimum mix for fly ash geopolymer binder based on workability and compressive strength”, IOP Conf.Series:Earth and Environmental Science 140 (2018).

Saloma, dkk, 2011. “Geopolymer Mortar with Fly Ash” , MATEC Web of Conferences 7 01026 (2016), The Authors, published by EDP Sciences.

Standar Nasional Indonesia, SNI 03-6825-2002, “ Metode pengujian kekuatan tekan mortar semen portland untuk pekerjaan sipil ” Badan Standardisasi Nasional BSN ICS.27.180